Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d’œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s’inscrit dans le cadre de la loi nº 78-753 du 17 juillet 1978 :

- **la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue (Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr)**
- **la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l’objet d’une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.**

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- **les reproductions de documents protégés par le droit d’auteur, uniquement consultables dans l’enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l’autorisation préalable du titulaire des droits.**

4- Pour obtenir la reproduction numérique d’un document du Cnum en haute définition, contacter cnum(at)cnam.fr

5- L’utilisateur s’engage à respecter les présentes conditions d’utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d’une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d’utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Le Technologiste
Auteur(s)	Malepeyre, M.F.
Titre	Le Technologiste : ou Archives des progrès de l'industrie française et étrangère : ouvrage utile aux manufacturiers, aux fabricants, aux chefs d'ateliers, aux ingénieurs, aux mécaniciens, aux artistes, aux ouvriers, et à toutes les personnes qui s'occupent d'arts industriels
Adresse	Paris : Librairie encyclopédique de Roret, 1840-1897
Collation	60 vol.
Cote	CNAM-BIB P 931
Sujet(s)	Automobiles -- France -- Périodiques Technologie -- 19e siècle -- Périodiques

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	Malepeyre, M.F.
Titre	Le Technologiste : ou Archives des progrès de l'industrie française et étrangère : ouvrage utile aux manufacturiers, aux fabricants, aux chefs d'ateliers, aux ingénieurs, aux mécaniciens, aux artistes, aux ouvriers, et à toutes les personnes qui s'occupent d'arts industriels
Volume	1844. Tome V. Cinquième année
Adresse	Paris : Librairie encyclopédique de Roret, 1844
Collation	1 vol. (572 p., [16] pl. dépl.) : ill., pl. ill. ; 24 cm
Cote	CNAM-BIB P 931 (5)
Sujet(s)	Automobiles -- France -- Périodiques Technologie -- 19e siècle -- Périodiques
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation Transports
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	15/11/2019
Date de génération du PDF	03/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?P931.5

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° Ku 32 5

LE

TECHNOLOGISTE.

TOME V. — CINQUIÈME ANNÉE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,
IMPRIMEURS DE L'UNIVERSITÉ ROYALE DE FRANCE,
Rue Racine, 28, près de l'Odéon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIE PARISIENNE
BIBLIOTHÈQUE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

8° Kuq 2 bis
P 931.5

LE

TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE,

OUVRAGE UTILE

AUX MANUFACTURIERS, AUX FABRICANTS, AUX CHEFS D'ATELIERS, AUX INGÉNIEURS, AUX MÉCANICIENS, AUX ARTISTES, AUX OUVRIERS,

Et à toutes les personnes qui s'occupent d'Arts industriels,

CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS

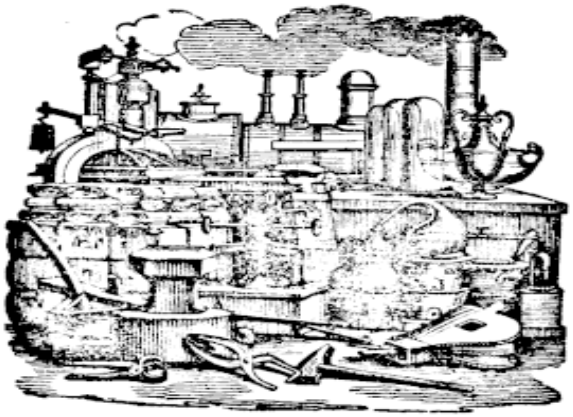
Rédigé

PAR UNE SOCIÉTÉ DE SAVANTS, DE PRATICIENS, D'INDUSTRI

ET PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE

M. F. MALEPEYRE.

TOME V. — CINQUIÈME ANNÉE.



PARIS.

A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET
RUE HAUTEFEUILLE, N° 10 *bis*.

1844.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires





Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS

ET ÉCONOMIQUES.

Notice des expériences ayant pour but la fabrication du fer au moyen du fourneau de fusion.

Par M. J.-R. DE GERSDORFF.

Les besoins toujours croissants qu'on éprouve de fer et des produits qui s'en fabriquent dans toutes les branches d'industrie, m'ont suggéré l'idée de chercher à résoudre la question de savoir par quel moyen on pourrait parvenir à satisfaire économiquement à tous ces besoins.

La fabrication de ce métal étant toujours soumise à la nature et au prix du combustible, la question comme on voit s'est divisée en deux autres, savoir d'abord s'il ne serait pas possible de trouver un procédé pour rendre les lignites si abondants dans certaines localités propres à la fabrication du fer, et ensuite s'il n'y aurait pas moyen de perfectionner les procédés au point qu'avec une quantité moindre de combustible on obtînt un produit plus abondant et de la même qualité. Après avoir analysé, d'après les principes de la science, tous les procédés en usage pour la fabrication de la fonte de fer, j'ai enfin procédé à des expériences en grand, et je me propose de faire connaître ici tant le moyen que j'ai employé que les résultats que j'ai obtenus.

Dans ces expériences, je me suis servi d'abord du fer spathique de Eisenerz, puis du même minerai provenant de Altenberg près Reichnau, en Autriche. Les fers spathiques à grain fin à l'état de minerai pur, consistent, d'après l'analyse du docteur Karsten, en 50 p. 0/0 de protoxide de fer, 34 p. 0/0 d'acide carbonique, et 13 à 16 p. 0/0 de matières étrangères mélangées, parmi lesquelles la silice figure pour la moitié, c'est-à-dire pour 7 à 8 p. 0/0.

Pour se debarrasser de l'acide carbonique et pour rendre en même temps le minerai plus facile à diviser, on l'a calciné par portions de plusieurs quintaux à la fois dans un fourneau de fusion rond à voûte plate, en le travaillant à plusieurs reprises jusqu'à ce que les morceaux, moitié de la grosseur du poing, ne laissent plus rien dégager.

Le minerai nouvellement extrait perd ainsi 30 à 33 p. 0/0, celui qu'on a laissé effleurir à l'air 20 à 23 p. 0/0 de son poids en acide carbonique. Le premier, après la calcination, consiste en protoxide de fer brun-noir, attirable à l'aimant; le minerai plus ou moins effleuri en peroxide brun-rouge et en protoxide.

Après leur refroidissement les minerais ont été pulvérisés et passés d'abord à travers un tamis de 20 mailles, et le résidu par un tamis de 2,3 mailles au centimètre carré. Le grain ou gravier fin ainsi obtenu a été mélangé avec 14 p. 0/0 de poussier de charbon de bois tamisé à la même finesse, et le grain grossier aussi mélangé à 20 p. 0/0 de gros poussier de charbon de bois; ces mélanges ayant été opérés dans des caisses avec de grands râbles en bois, les matières ont été portées dans des creusets de fonte, d'argile ou de graphite.

Les creusets de fonte avaient à l'intérieur un diamètre de 28 à 30 centimètres et une profondeur de 70. Ils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étaient brasqués avec un mélange de 1 partie d'argile à potier, 2 parties de tessons de pots finement pulvérisés et 1 partie de sable quarzeux : les creusets de graphite et d'argile avaient le même diamètre, mais seulement 32 à 40 centimètres de profondeur, et plus étroits par le bas que par le haut. Quand ils ont été remplis de minerai, on y a déposé une couche de 12 à 15 millimètres d'épaisseur de menu de charbon sur laquelle on en a placé une seconde de la même épaisseur composée de debris de pots concassés, puis on les a coiffés d'un couvercle bien ajusté en terre qu'on a luté avec un peu d'argile ; ces creusets ont été ensuite disposés les uns à côté des autres, et les uns sur les autres en aussi grand nombre que la capacité du fourneau a pu en contenir. Le fourneau, ainsi qu'il a été dit, était rond; sa capacité, au milieu de laquelle se trouvait l'ouverture de chargement, laquelle avait 40 centimètres de diamètre, présentait un diamètre de $3^m,20$ sur 1 mètre de hauteur et ressemblait à un four anglais à faire le verre. Il renfermait 66 creusets de fonte disposés comme il vient d'être dit, chacun chargé de 20 à 25 kilog. de minerai tamisé gros, ou 40 à 42 kilog. de minerai tamisé fin ; on a chauffé au bois, mais on aurait pu tout aussi bien le chauffer au lignite. La construction a coûté 500 florins.

Les creusets remplis de minerai et de charbon en grain grossier, ont été amenés au moyen d'une grue dans le point le plus rapproché du foyer, et la chaleur a été tellement ménagée dans le fourneau que les points les plus éloignés de l'ouverture ont atteint le degré de fusion de l'argent, ce dont on s'est assuré en introduisant dans le fourneau, dans une capsule en argile, un poids d'argent de 4 grammes qui devait rester constamment en fusion, tandis qu'un alliage de même poids de parties égales d'argent et d'or demeurait toujours solide.

Au bout de huit heures, à partir de l'instant où l'argent a été en fusion, on a cessé le feu, et après que le fourneau eut été sensiblement refroidi, on a retiré les creusets du feu au moyen de la grue. Après leur entier refroidissement, et en avoir enlevé le couvercle, on a trouvé que le charbon qu'on avait ajouté avait presque entièrement disparu, et que le minerai avait perdu de 20 à 22 p. 0/0 de son poids, principalement en oxigène, que la masse s'était transformée en fer à grains gros et à grains fins, auxquels restaient naturellement mélangées les matières étrangères, telles que grains de quarz et de schiste.

La couleur du fer en grains réduit ainsi était un gris cendré plus ou moins foncé, quelquefois un gris bleu ; l'aimant l'attirait énergiquement ; les gros grains se laissaient étirer sous le marteau et limer. L'acide chlorhydrique étendu les dissolvait avec un grand dégagement d'hydrogène ; jetés dans une solution de sulfate de cuivre, ils précipitaient du cuivre métallique, et quand on les frottait sur un corps dur ils prenaient un poli métallique et l'éclat du fer poli.

Il ne s'agissait plus que de traiter le fer en grain, lequel, plus il avait été éloigné de l'ouverture de la cheminée du fourneau, moins il était carbonaté, afin d'en faire une loupe qu'on pût marteler et étirer ; pour cela j'ai proposé les moyens suivants :

1° Les grains de fer réduit humectés avec la quantité d'eau nécessaire, ont été moulés au moyen d'une presse hydraulique ou de Bramah en briques ou en cubes du poids de 15 à 20 kilog. ; ces briques ont été séchées avec soin, puis calcinées. Par cette opération elles sont devenues dures et sonores ; dans cet état, et encore rouges, on les a transportées au four à souder : les briques qui consistaient en minerai très-riche, et dans lesquelles ne se rencontraient pas des matières terreuses propres à former des laitiers, ne se sont pas soudées ; celles auxquelles on avait ajouté 10 p. 0/0 d'argile, ou des mélanges de nature à fournir des laitiers, surtout les briques composées de grains les plus grossiers, se sont soudées, et on a pu les travailler et les étirer, partie sous le marteau, partie sur le martinet, et les cylindres en une barre de fer trésillée ; cette barre, toutefois, ne présentait pas la ténacité et la ductilité du bon fer, et elle était facile à rompre : la cassure présentait une couleur gris-noirâtre et des granules de quarz empâtés. En outre, la quantité ainsi obtenue ne correspondait point à la teneur en fer du minerai préparé.

2° On a mélangé 12 kilog. de minerai en grain et réduit avec un kilog. de charbon en poudre, puis on a introduit le mélange dans un four à puddler suffisamment chauffé. Au bout d'une minute la surface du minerai a atteint la chaleur blanche et a pu être mise en balles avec un ringard en fer. En quinze minutes la mise en balles a été terminée et celles-ci ont pu être forgées au marteau, et après qu'on les eut portées au blanc soudant être passées aux cylindres pour en former des barres. Le fer qui présentait ainsi une cassure gris-noirâtre n'avait aucune ténacité, et on a été obligé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'en faire deux à trois fois de suite des paquets, avant d'en pouvoir forger une barre de fer marchand ; en outre, la quantité de fer ainsi obtenu ne correspondait pas non plus à la teneur et à la richesse du minerai employé. Un deuxième essai, dans lequel on a laissé les balles dans le four en ajoutant une nouvelle charge égale de minerai en grain avec 1 kilog. de charbon, jusqu'à ce que ces balles pesassent 56 kilog., n'a pas fourni un résultat meilleur.

3° Dans un fourneau d'affinage dont la sole était formée avec du fraisil, et où la buse avait une inclinaison de 11°, on a chargé depuis 30 jusqu'à 80 kilog. de fer en grain préparé avec le minerai d'Eisenerz; ce fer, exposé par portions moyennes à la flamme, n'a pas tardé à entrer en fusion. Les premiers résultats de ces essais qui ont été entrepris à Neuberg, par les conseils et sous la direction de M. le conseiller royal de mines Hampe, ont été peu encourageants, car quoique sous le rapport de la qualité on ait obtenu un excellent fer en barres, la quantité obtenue a été bien loin de correspondre à la richesse en fer de la matière en grain dont on s'est servi. En poursuivant ces essais, on a toutefois obtenu de bien meilleurs résultats sous le rapport de la quantité, puisque avec cette matière qui renfermait de 60 à 65 p. 0/0 de fer on en a retiré 45 en fer de première qualité.

Les résultats ont été bien meilleurs encore, toujours en suivant cette voie, quelques jours plus tard, à Reichnau, sous la direction de l'administrateur en chef, M. Mandelstein, ainsi qu'on le verra par ce qui va suivre.

a. 125 kilog. de fer spathique de Reichnau-Altenberg, réduits par la préparation en grains de la grosseur environ d'une lentille, ont été transportés dans un fourneau d'affinage avec sole en fraisil où la buse formait un angle de 17° ; ces matières sont entrées en fusion en 2 heures 30 minutes.

On a obtenu ainsi une belle loupe ductile et compacte qui, partagée en lopins, a fourni 61,5 kilog. de fer commun, c'est-à-dire 49 p. 0/0.

Ce fer, porté au blanc, s'est parfaitement travaillé sous le marteau, mais il était rouverain, c'est-à-dire cassant à chaud. Toutefois, il est nécessaire de remarquer que les fontes des minerais de Reichnau-Altenberg ne se tuméfient pas par elles-mêmes, et que ce n'est que lorsqu'elles sont mélangées à trois fois et demie autant de fonte d'Eisenerz, qu'on peut les travailler et en faire un bon fer de qualité moyenne.

b. 150 kilog. du même fer en grains ont été mis en fusion sur la même sole en moins de 3 heures et ont fourni une belle loupe beaucoup plus compacte et ductile, qui a donné 101 kilog. de lopins dont on a tiré 80 kilog., c'est-à-dire 53.3 p. 0/0 de fer commun.

c. 45 kilog. de fonte d'Eisenerz, ont été fondus dans un fourneau d'affinage disposé et sur une sole en scories avec 71 kilog. de fer en grains de l'espèce ci-dessus décrite en 2 heures 5 minutes. Le fer qu'on a obtenu de la loupe était un peu cassant à chaud, parce que la proportion du fer en grain d'Altenberg était trop considérable et s'élevait suivant le calcul ordinaire du rendement en fonte à 56 p. 0/0 de la quantité de fer en grain ajoutée.

d. 73 kilog. de fonte d'Eisenerz ont été ajoutés à 46,5 kilog. de fer en grain fondus dans le même fourneau d'affinage que *c*, et on a calculé d'après le rendement en fonte et le fer commun qu'a fourni la loupe compacte et malléable, qu'il y avait eu rendement de 42 p. 0/0 sur le fer en grain ; les fers étirés avec cette loupe étaient toutefois encore un peu cassants à chaud.

e. Dans les fours à puddler de Neuberg, on a enfin fait un essai consistant à ajouter au fer en grain préparé comme il a été dit avec le minerai spathique de Reichnau-Altenberg, de 12,5 à 35 kilog. de ce fer par chaque charge de 175 kilog. de fonte. Aussitôt que la fonte a été en fusion, on a ajouté le fer dans le four à puddler par petites portions de 3 à 5 kilog., qu'on a répandu à la surface de la fonte liquide en agitant chaque fois aussitôt avec les ringards.

Cette addition faite sur 15 charges a démontré expérimentalement, et d'une manière très-satisfaisante, que le fer en grain contractait très-aisément une union avec la fonte en fusion, et que la décarbonisation de cette fonte, ainsi que la scorification des parties étrangères qui s'y trouvaient mélangées, en étaient favorisées, et enfin que plus de 50 p. 0/0 en poids du fer en grain ajouté était obtenu aux cylindres sans que la qualité en fût appauvrie.

Il résulte des expériences qui viennent d'être rapportées :

1° Que la possibilité de fabriquer immédiatement du fer en barres avec le minerai dans un fourneau de fusion chauffé, soit au bois, soit au lignite, sans passer par un haut-fourneau et les fourneaux d'affinage est encore un problème à résoudre.

2° Que dans le cas où l'on ne réussirait pas à le résoudre, le fer en grain ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en poudre préparé à un feu de bois ou de lignite, représente de la bonne fonte qui peut être mise en fusion et affinée avec une grande économie de charbon de bois, et par conséquent avec avantage, et qu'on peut avec plus d'avantage encore l'ajouter lors du puddlage de la fonte.

Les expériences rapportées sommairement ici, ainsi que les résultats qu'elles comportent, vont être poursuivis actuellement aux frais de l'État, à Schlegelmahl, aussitôt que les dispositions nécessaires, telles que four à puddler et à souder, marteaux, cylindres, etc., seront entièrement terminées; c'est alors qu'on fera connaître par la voie des recueils périodiques les résultats qui auront été obtenus sur la construction la plus convenable qu'il convient de donner aux fourneaux de calcination et de réduction, sur l'emploi du bois refendu ou sur la quantité de lignite qu'il faut employer, sur les frais de calcination de réduction, de l'étirage du fer en barres, etc. (1).

Traitement immédiat des minerais de fer dans le four à puddler.

Par M. Thoma.

J'ai été assez heureux pour pouvoir soumettre à des expériences étendues les procédés dont se compose ma méthode pour la fabrication du fer en barres par traitement immédiat du minerai dans les fours à puddler, dans les usines de MM. de Winkler, dans la Haute-Silésie, où l'on traite des minerais de fer oxide brun et où cette méthode a fourni des produits d'une bonne qualité; depuis, j'ai fait de nouveaux essais en Hongrie, dans un four à puddler et un feu de forge qui ont parfaitement réussi.

Les manipulations se partagent en deux procédés distincts, savoir: la production des lopins crus dans un four à puddler au moyen de la houille, du bois ou de la tourbe de bonne qualité avec le minerai grillé et dans le travail ultérieur du lopin de fonte dans un feu d'affinage.

1° *Fabrication des lopins crus.* Le minerai, après avoir été grillé et cassé dans un appareil convenable, de manière qu'il passe par un crible qui compte environ 6 à 7 mailles au centimètre carré, est mélangé avec du coke, du charbon de bois ou de la houille également réduits en morceaux, dans la proportion pour 100 kilog. de fer supposé renfermé dans le minerai, de 40 kil. de matière charbonneuse cassée en morceaux. La proportion de cette addition n'est pas toujours rigoureusement la même et se détermine par le travail même. Si vers la fin de celui-ci il reste encore du minerai, le travail marche trop sec et l'addition du charbon a été trop faible; s'il reste au contraire du charbon menu le travail est trop cru et il faut diminuer la dose de celui-ci. Une trop faible addition de charbon est beaucoup plus nuisible qu'une portion trop forte, attendu que la première donne des lopins très-impurs, et qu'un excès de charbon dans celle-ci est très-facile à chasser par la dernière manipulation que le fer éprouve dans le four d'affinage.

On prend donc de 1 à 1 1/4 quintal métrique de ce mélange qu'on introduit dans un four à puddler dans lequel on a porté la température au point le plus élevé possible, et on établit une renardière d'une forme convenable et munie d'une ouverture pour l'écoulement des laitiers. Quand le four est chargé de minerai on l'active avec adresse, de manière qu'il s'échappe de la grille et du feu un air riche en carbone qui vient lécher le minerai et puis aussi favoriser la réduction.

On ouvre en même temps le registre de la cheminée, et on fait remonter à sa température primitive le four que l'introduction du minerai a refrodi. Au bout de 4 à 5 minutes le four est aussi chaud qu'auparavant, et en cet état on ferme le registre afin que la réduction qu'on doit ménager ne s'opère pas à une plus haute température qu'il n'est nécessaire, et de plus pour économiser le combustible, et enfin pour réduire le moins qu'il est possible les matières qui sont nuisibles à la bonté du fer et dont la réduction n'a lieu qu'à une température plus élevée. D'ailleurs, par ce moyen l'air riche en carbone s'étend et demeure plus longtemps à la surface du minerai, et a par conséquent plus d'in-

(1) Le recueil allemand auquel nous empruntons cet article (*Archives des chemins de fer*, 1843, n° 2), fait remarquer avec raison que le procédé de M. de Gersdorff ne s'applique qu'aux minerais riches, tels que le fer spathique, le fer magnétique, le fer oligiste, le fer micacé, les fers oxidés hydrates rouges et bruns, lesquels renferment peu de matières terreuses, et qu'on ne pourrait le faire servir aux minerais argileux. Du reste, ce procédé a de l'analogie avec celui propose en Angleterre par M. Clay, dont nous avons donné une description succincte dans *le Technologiste*, tome IV, page 385. F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fluence pour faire concourir à la réduction le carbone qu'il renferme.

Pendant ce temps-là le puddleur s'efforce avec le ringard ou une espèce de rateau de renouveler les surfaces du minerai, c'est-à-dire de ramener en dessus les portions qui se trouvent en dessous, afin de soumettre à leur tour celles-ci à l'influence de la chaleur et pour que la réduction marche d'un pas égal dans toute la masse : chaque fois qu'on a retourné le minerai on referme la porte de travail jusqu'à ce que la charge redevienne rouge, ce qui exige environ une minute. Au bout de 20 minutes à peu près, la réduction par la chaleur est assez avancée pour que le minerai tout entier ait changé d'aspect, et après une demi-heure, à partir du chargement, la surface agglutinée ressemble complétement à un choufleur avec une belle couleur orangé clair ; à cette époque la réduction du fer contenu dans le minerai est terminée.

Lorsqu'on est arrivé en ce point on ouvre un peu le registre et on tisonne afin d'éviter qu'il ne s'accumule une trop grande quantité de combustible sur la grille, et pour que l'air atmosphérique qui les traverse l'un et l'autre se charge d'une moindre proportion de carbone et possède plus énergiquement la faculté de compléter le travail en enlevant le carbone que renferme le fer. La température ne doit pas en conséquence être assez élevée pour que la masse réduite passe de l'état pâteux à un état voisin de celui de la liquéfaction, attendu que c'est sous le premier de ces états que s'opère le plus rapidement la décarbonisation par l'oxigène libre de l'air, et que ce gaz se trouvant en contact avec une surface plus étendue pénètre mieux dans cette masse poreuse pour la décarboner.

Le puddleur se sert maintenant alternativement de la pince et du ringard comme on le fait dans le puddlage du fer afin que la masse se rassemble davantage, et pour empêcher qu'elle n'adhère aux parois et au fond ; on aperçoit à cet instant du travail des jets de gaz oxide de carbone qui brûlent à la surface de la masse qui repose sur la sole.

Trois quarts d'heure environ après le chargement, on voit briller les premiers points de fer décarboné sur la masse. L'ouvrier doit alors prêter toute son attention pour faire changer continuellement la surface afin d'amener simultanément tout le fer au même degré d'affinage, et pour qu'un quart d'heure plus tard, lorsque les molécules du fer décarboné vont se grouper, il ne s'en trouve pas dans les masses des portions qui ne soient pas affinées, ce qu'on reconnaît du reste à la couleur plus foncée de ces portions. Quand on a bien opéré, on rapproche les lopins les uns des autres, en travaillant vivement et avec beaucoup d'attention.

Aussitôt que les balles commencent à se former, on active le feu, on ouvre le registre aux trois quarts, et le fer ne tarde pas à s'unir en lopins qui prennent un aspect de plus en plus blanc. A ce moment le registre est ouvert en entier, et environ une heure et demie après le chargement, la masse de fer étant devenue rouge-blanc, les laitiers se séparent tout à coup pour couler par le trou du chio. Il faut avoir bien soin que ce laitier se comporte ainsi, autrement toute la charge resterait crue. Le laitier consiste, pour la plus grande portion, en scories, lorsqu'on n'a pas employé de fondant; d'où il est facile de comprendre qu'on ne saurait traiter immédiatement ainsi par le puddlage les minerais pauvres et argileux, attendu que chez eux il existe un rapport tellement défavorable entre le fer et les terres, que tout le métal contenu est employé à la formation du laitier et à l'élimination des terres, car, dans la pratique, il est extrêmement difficile de déterminer la quantité toujours rigoureuse de fondant au moyen de laquelle il en résultera un silicate sans qu'il y ait participation du protoxide de fer. On active donc le feu, et au bout de dix minutes tout le fer est rassemblé en lopins. Alors le travail du four à puddler est terminé, et ces lopins crus sont livrés à feu d'affinage.

2. *Travail des lopins au foyer d'affinage.* Lorsque l'affineur a rempli le fond de son fourneau de charbon de bois (on emploie aussi avantageusement le charbon de tourbe à cet usage), il y introduit les lopins, les soumet au ramollissement et les affine par les moyens connus pour fournir les meilleurs résultats. Cette manipulation dure environ une demi-heure ; de façon qu'un feu d'affinage peut travailler les produits de trois fours à puddler. Le fer se termine ensuite sous le marteau ou au laminoir, comme à l'ordinaire. Les trois fours à puddler, avec leur foyer d'affinage, peuvent, suivant la richesse des minerais, livrer 120 à 180 quintaux métriques de fer par semaine.

Le fer fabriqué de cette manière est, ainsi qu'il résulte de l'examen approfondi des procédés et des expériences qui ont été entreprises, de la première qualité. D'abord les manipulations dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le four à puddler ont pour but d'éviter la réduction des substances qui entrent dans le minerai et qui pourraient être nuisibles au fer, de les unir avec le charbon en raison de leur affinité plus puissante pour ce corps, et par conséquent de délivrer le fer du phosphore et du soufre qui se trouvent ainsi entraînés lors de la décarbonisation ultérieure du fer. La fonte blanche qui résulte de la réduction, et qui renferme très-peu de carbone, est précisément celle qui, dans son état pâteux, peut être décarbonée le plus complétement dans le temps le plus court possible; il en résulte donc économie de temps, dépense moins considérable de combustible, et quantité moindre de fer brûlé. La fusion, dans le feu d'affinage, amène non-seulement le fer à un affinage complet, mais en sépare de plus toutes les matières mélangées mécaniquement. Si les lopins crus renferment du plomb et du zinc, ces métaux sont également séparés, ainsi que l'ont démontré les expériences faites précédemment dans la haute Silésie, et que je l'ai prouvé depuis d'une manière incontestable.

On peut juger jusqu'à quel point on pourra, par le puddlage immédiat des minerais, augmenter la production avec une égale consommation de combustible, et diminuer les frais de production par cette économie sur le combustible, et par conséquent établir les avantages de ce puddlage direct au moyen des documents suivants. Pour produire dans une usine destinée au puddlage du fer dans la haute Silésie 8,750 quintaux métriques de fer en barres de première qualité, on emploie à peu près 12,000 quintaux métriques de fonte, dont la production au charbon de bois a exigé 26,712 stères de bois. De plus, il faut pour le travail ultérieur 63,220 hectolitres de houille, ou, lorsque ce travail se fait dans les feux d'affinerie, 19,482 stères de bois; au total 46,194 stères.

D'un autre côté, pour la fabrication de 8,750 quintaux métriques de fer, quand on traite le minerai au four à puddler, et qu'on emploie la houille et le charbon, il faut 70,645 hectolitres de houille, 4,430 quintaux métriques de menu coke qu'on peut recueillir dans les escarbilles, et 1,476 stères de bois. Quand on ne fait usage que du bois seulement, la dépense totale ne s'élève qu'à 18,844 stères de bois; de façon qu'il y a une économie de 27,350 stères de bois, ou bien qu'avec les 46,194 stères de bois employés dans le premier système on pourrait, au lieu de 8,750 quintaux métriques, en produire 21,430 quintaux de fer en barres dans le second.

Ce mode de fabrication du fer en barres serait surtout avantageux dans les localités qui possèdent des minerais riches, mais peu de combustibles, ou des combustibles de qualité médiocre. On pourrait y produire, dans des appareils distincts, du gaz oxide de carbone au moyen de quoi on utiliserait un combustible qui autrement serait sans application pour les travaux métallurgiques. La quantité d'air atmosphérique chaud pour la combustion du gaz serait réglée de manière à produire un feu de réduction. On introduirait ce mélange dans un four à puddler, sur la sole duquel on aurait chargé du minerai cassé pour opérer la réduction du fer contenu dans ce minerai. Cette opération terminée, on modifierait le rôle du gaz brûlant par une plus grande introduction d'air, afin qu'il pût opérer comme agent de désoxidation, et on terminerait le travail du fer, ainsi qu'il a été indiqué ci-dessus. Ce serait peut-être aussi la seule méthode possible pour produire de l'acier au four à puddler (1).

Mémoire sur l'application électro-chimique des oxides et des métaux sur des métaux.

Par M. Becquerel.

§ I. — De l'emploi de l'appareil à gaz oxigène pour la formation de l'hydrate de peroxide de plomb, et l'application des oxides sur les métaux.

Considérations générales.

Il y a déjà quelques années que j'ai décrit un appareil électro-chimique simple, à l'aide duquel on peut obtenir assez abondamment, en peu de temps, du gaz oxigène. Cet appareil, qui sert de type aux piles à courant constant, est formé d'un bocal rempli d'acide nitrique, dans lequel on plonge un tube de verre, fermé par en bas avec de l'argile retenue au moyen d'une coiffe en

(1) Cette méthode a encore de l'analogie avec celle proposée par M. Clay, que nous avons fait connaître à la page 385 du volume précedent; et à voir les efforts que l'on fait dans divers pays pour traiter immédiatement les minerais de fer par des moyens plus simples et moins onéreux que les hauts-fourneaux, il est à croire que l'époque n'est pas éloignée où ces ustensiles énormes et dispendieux disparaîtront bientôt dans toutes les localités où la richesse des minerais permettra de les supprimer et de simplifier la production du metal le plus utile aux arts. F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

linge, ficelée convenablement, et rempli d'une dissolution de potasse concentrée ; de deux lames de platine immergées, l'une dans l'acide, l'autre dans la potasse, et communiquant ensemble au moyen d'un fil de platine, dont les bouts libres sont enroulés l'un sur l'autre. Dès que la communication est établie, il s'opère un dégagement abondant de gaz oxigène sur la lame plongeant dans la solution de potasse ; cet effet est dû à l'action du courant résultant de la combinaison de l'acide avec la potasse, et qui agit avec d'autant plus de force que le bouchon d'argile est plus mince. On peut même substituer à l'argile du plâtre que l'on gâche à cet effet.

A l'époque où je fis connaître cet appareil, j'annonçai qu'il pourrait être employé utilement dans une foule de cas, principalement lorsqu'il s'agirait de présenter des oxides à l'état naissant, à d'autres corps avec lesquels on chercherait à les combiner. Mes prévisions ne m'ont pas trompé, comme on pourra en juger d'après les expériences dont je vais exposer les résultats.

Dans cet appareil, l'acide nitrique et probablement l'eau sont décomposés ; les résultats de la décomposition sont : de l'oxigène dans le tube où se trouve la potasse, et de l'acide nitreux autour de la lame de platine qui est dans l'acide nitrique. Si l'on veut décomposer de l'eau mise dans un vase séparé, il suffit de remplacer la lame de platine qui plonge dans la potasse par une lame de zinc, et d'attacher à celle-ci un fil de platine, au bout duquel on fixe une autre lame de platine, et d'en mettre également une au bout libre du second fil. Dès l'instant qu'on plonge les deux lames dans l'eau, celle-ci est décomposée ; la lame en relation avec celle qui est dans la potasse est le pôle négatif, et l'autre le pôle positif. Le dégagement de gaz est abondant sur chacune d'elles.

Voici ce qui arrive dans la substitution du zinc au platine : le premier étant oxidé par la réaction qu'exerce sur lui la solution alcaline, prend l'électricité négative ; de plus, dans la réaction de l'acide sur la solution alcaline, celle-ci s'empare de l'électricité négative qu'elle transmet à la lame de zinc, de sorte que lorsque le circuit est fermé, le courant résultant de la réaction des deux liquides l'un sur l'autre s'ajoute à celui qui provient de l'oxidation du zinc ; mais comme ce double effet est produit sans l'intervention du nouveau couple, et par conséquent sans qu'il y ait une nouvelle alternative, il s'ensuit que le courant a une force décomposante plus énergique que dans le premier cas ; aussi l'eau est-elle décomposée abondamment dans un vase séparé de l'appareil, quoique faisant partie du circuit. On peut cependant prouver que l'eau est également décomposée dans le vase séparé, en ne se servant que de l'appareil simple à lames de platine ; il faut, pour cela, mettre à profit la propriété que possèdent les solutions de sels de plomb d'être décomposées quand elles sont en contact avec la lame positive d'un appareil voltaïque. Dans ce cas, l'oxide de plomb, passant au maximum d'oxidation, se sépare de son acide et se dépose sur la lame. Si l'on dissout un sel de plomb dans l'eau à décomposer, la très-faible quantité d'oxigène qui arrive sur la lame positive empêche ordinairement toute décomposition ultérieure, ainsi que M. de la Rive l'a prouvé récemment ; mais ici le gaz se combine avec le protoxide de plomb, d'où résulte un peroxide qui se précipite, de sorte que la cause qui s'opposait à la circulation du courant n'existe plus. La teinte brune que prend la lame indique nécessairement la décomposition de l'eau ; il suffit de mettre dans cette dernière une solution de protoxide de plomb dans la potasse. On est conduit par là à examiner ce qui se passe dans l'appareil simple, en substituant à la solution de potasse la solution alcaline de plomb ; et, pour plus de simplicité, remplaçons l'acide nitrique concentré par une dissolution concentrée de sulfate de cuivre, en établissant la communication entre les deux liquides au moyen de lames de platine ; peu de temps après, suivant la facilité avec laquelle passe le courant, la lame de platine qui se trouve dans la potasse noircit et se recouvre d'une couche excessivement mince de peroxide de plomb, tandis que la lame, plongeant dans le cuivre, ne se recouvre pas de cuivre à l'état métallique. De là il faut conclure que le courant produit par la réaction du sulfate de cuivre sur la potasse, par l'intermédiaire de l'argile humide, décompose l'eau, que l'oxigène fait passer le plomb à l'état de peroxide, tandis que l'hydrogène transforme le sulfate de deutoxide de cuivre en sulfate de protoxide, puisqu'il ne se dégage pas d'hydrogène et qu'il ne se précipite pas de cuivre pendant longtemps sur la lame négative. Opère-t-on avec l'acide nitrique concentré, au lieu de sulfate de cuivre, les effets changent, comme on va le voir.

De l'hydrate de peroxide de plomb.

On remplit le tube d'une dissolution

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

concentrée de potasse et de protoxide de plomb, on laisse de l'acide nitrique dans le bocal et l'on ferme le circuit avec les deux lames et le fil de platine. L'acide nitrique est décomposé; l'oxigène est transporté sur la lame qui se trouve dans la solution alcaline, et, au lieu de se dégager, il réagit sur le protoxide de plomb, et le fait passer, non plus à l'état de peroxide puce, mais bien à celui de peroxide jaune, et avec formation de lamelles de peroxide anhydre, selon l'intensité du courant, toutes les fois que l'acide nitrique est concentré, et que la réaction de l'acide sur l'alcali est vive, condition que l'on obtient en employant une cloison d'argile peu épaisse. Le précipité, d'abord d'un beau jaune serin, prend, après avoir été lavé et séché à l'air, une teinte terne et ocreuse; séché dans le vide, il reste toujours jaune; mais sa teinte n'est pas aussi belle que lorsqu'il se trouvait dans la potasse, hors du contact de la lumière; il paraîtrait même que, dans les premiers instants de sa formation, la lumière agit sur lui. Quand il est très-sec, si on l'expose à l'action de la chaleur, il commence à perdre sa couleur jaune vers 50 degrés; et si l'on continue à élever la température, il se change en peroxide puce de plomb. Chauffé dans un tube, les parois de celui-ci se recouvrent de gouttelettes d'eau; d'après cela, le nouveau composé ne serait donc qu'un hydrate de peroxide.

Les résultats de l'analyse ne laissent aucun doute à cet égard. $0^{gr},179$ du précipité jaune séché avec soin dans le vide furent chauffés fortement pour les changer en peroxide puce; après quoi ils ne pesaient plus que $0^{gr},165$; donc $0^{gr},014$ d'eau avaient été perdus. Les $0^{gr},179$ de précipité jaune devaient renfermer $0^{gr},165$ de peroxide de plomb et $0^{gr},014$ d'eau. Or, comme le poids de l'atome du peroxide est de 1494,5, celui de l'eau 112,50, il s'ensuit que $0^{gr},165$ et $0^{gr},014$ représentent 1 atome de peroxide de plomb et 1 atome d'eau. Telle est la composition du composé jaune obtenu, qui est un peroxide hydraté de plomb non encore décrit en chimie.

L'action de la lumière paraît être de faire perdre à ce composé son eau de cristallisation, pour le changer en peroxide anhydre.

Pour se procurer une certaine quantité de ce composé, il faut remplacer le tube par un vase cylindrique en porcelaine dégourdie, et dans lequel on met la dissolution de potasse et de protoxide de plomb. On peut favoriser l'action en s'aidant d'un couple, mais ne pas aller au delà, si l'on veut éviter la formation d'une grande quantité de peroxide anhydre; une condition indispensable au succès de l'expérience est, nous le répétons, d'employer de l'acide nitrique concentré et une dissolution alcaline de protoxide de plomb également concentrée. Nous verrons plus loin comment on se procure le protoxide anhydre de fer: quant à l'hydrate de peroxide de manganèse, les expériences entreprises dans le but de l'obtenir ont été sans succès; mais ces expériences m'ont mis à même de résoudre une autre question qui ne sera peut-être pas intérêt pour les arts qui s'occupent de recouvrir les métaux d'une couche inaltérable.

De l'application des oxides avec adhérence sur les surfaces métalliques.

Si l'application des métaux sur d'autres métaux plus oxidables pour préserver ceux-ci des agents atmosphériques, occupe depuis longtemps tous les esprits, et si l'on a obtenu des résultats satisfaisants dans certains cas, quels ne seraient pas ces avantages si l'on substituait aux métaux moins oxidables des oxides inaltérables, tels que les peroxides de plomb et de fer, surtout ce dernier, qui est tellement fixe, qu'il résiste à l'action d'une température très-élevée! Cette question peut être résolue aujourd'hui à l'aide des appareils précédemment décrits, et en suivant à peu près le même mode d'expérimentation que pour obtenir les peroxides anhydre et hydraté de plomb. Mais, avant d'indiquer comment il faut opérer, je rappellerai que dans les expériences que je fis pour recueillir tout le plomb et le manganèse qui se trouvaient dans une dissolution, sans qu'il en restât aucune trace, le peroxide de chacun de ces deux métaux se déposait sur la lame positive en couches formées de parties peu cohérentes, et n'ayant aucune adhérence avec cette lame, qui devait être de platine ou d'or, pour éviter de faire de nouvelles réactions. Pour résoudre la question que je me suis posée, il fallait que le dépôt de peroxide eût lieu avec adhérence, non point seulement sur l'or, le platine ou l'argent, qui n'ont pas besoin d'être préservés, mais bien sur le cuivre, le fer et autres métaux d'un emploi plus usuel, et qui sont exposés souvent à toutes les variations atmosphériques. D'après les effets obtenus dans le premier paragraphe de ce mémoire, avec les dissolutions de protoxide de plomb dans la potasse, je dus jeter les yeux sur les dissolutions alca-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lines : je n'avais le choix que des dissolutions dans la potasse ou dans l'ammoniaque. Or, parmi les oxides que dissout la potasse, nous citerons le protoxide de plomb, l'oxide de zinc, le protoxide d'étain, l'oxide chromique, etc., tandis que l'ammoniaque dissout le protoxide de fer, les oxides de zinc et de cadmium, les bioxides de cuivre, les oxides de nickel, de cobalt, etc. Je ne me suis occupé seulement que de la dissolution du protoxide de plomb dans la potasse, et celle du protoxide de fer dans l'ammoniaque, afin de bien mettre en évidence le principe de la fixation avec adhérence des oxides sur les métaux, et montrer la marche à suivre pour l'appliquer à d'autres oxides.

Commençons par la *dissolution potassique de plomb*. On a dissous dans un ballon 200 grammes de potasse caustique dans 2 litres d'eau distillée ; on y a ajouté 150 grammes de litharge ; on a fait bouillir pendant une demi-heure ; on a laissé reposer la dissolution, après quoi on a pris un cylindre en porcelaine dégourdie rempli de la dissolution étendue de son volume d'eau. Le cylindre a été plongé dans un bocal contenant de l'eau acidulée par environ 1/20 de son poids d'acide nitrique, dans laquelle plongeait une lame de platine communiquant au pôle négatif d'un couple voltaïque ordinaire à courant constant. Le pôle positif était en relation avec la pièce à recouvrir de protoxide. Supposons une lame de fer, et voyons ce qui arrive. La lame, décapée à sec, adoucie à la lime et à la ponce, a été plongée dans la dissolution. Il s'est dégagé aussitôt une grande quantité d'hydrogène sur la lame de platine par suite de la décomposition de l'eau et de l'acide nitrique. L'oxigène, en se rendant au pôle positif, au lieu d'oxider le fer, a changé en peroxide le protoxide de plomb, qui, attiré par le même pôle, en raison de son état négatif, s'est déposé sur le fer et y a adhéré. Quelques minutes ont suffi pour que la lame fût recouverte de peroxide de plomb, de couleur noire, ayant une légère teinte brunâtre. La pièce, retirée, séchée à la sciure, a supporté le poli au rouge d'Angleterre ; alors la surface a pris un aspect noir plombeux d'un assez vif éclat. Une lame de cuivre, substituée à la lame de fer, a présenté les mêmes effets de couleur ; l'adhérence a été un peu moins forte, mais cet effet ne tenait probablement qu'à l'état de la surface. Sur l'argent, le plaqué, surtout sur les objets dont la surface est légèrement rugueuse et couverte d'aspérités, l'adhérence est plus forte et supporte le bruni à la sanguine. La couleur est noir de jayet. Des feuilles découpées ont été préparées de cette manière et les nervures brunies sans qu'on ait détaché du peroxide. Après douze heures d'expérience, quand la dissolution n'est pas changée et qu'il ne reste que très-peu de protoxide de plomb, la surface métallique se recouvre d'un précipité de peroxide de plomb qui a peu d'adhérence, et dont l'effet est tel qu'il a le reflet d'un beau velours noir. Un petit buste en laiton, recouvert de peroxide de plomb et bruni, a présenté l'aspect d'un joli bronze. Tant qu'il se dégage du gaz hydrogène sur la lame de platine, l'opération marche bien ; quand le dégagement cesse, il faut y remédier en plongeant la lame de platine dans de l'acide nitrique, pour décaper sa surface, ou en cherchant dans le couple voltaïque la cause du ralentissement du dégagement d'hydrogène. Ce ralentissement peut provenir de diverses causes : de ce que l'endosmose a introduit du protoxide de plomb dans le bocal d'eau acidulée, d'où il est résulté du nitrate de plomb qui est décomposé, ou bien de ce que le courant a diminué d'intensité. J'ai voulu voir jusqu'à quel point il était possible de déposer du peroxide de plomb sur un canon de pistolet dont la surface avait été décapée à la lime et à la ponce. Les résultats ont été aussi satisfaisants qu'il était permis de l'espérer ; la surface du canon a pris, sous la peau et le rouge d'Angleterre, l'éclat de la lame de fer. L'expérience prouvera bientôt si des canons d'armes à feu et autres objets en fer d'un usage habituel peuvent être préservés par ce moyen pendant longtemps.

On a vu plus haut que la surface du fer prenait un aspect noir. Si l'action dure peu de temps, la couleur du précipité est jaune d'ocre, couleur qui se fonce de plus en plus, et à laquelle on peut donner un autre ton, comme on le verra plus loin. Quelquefois, avec le cuivre, peu d'instants après l'immersion, la surface présente des teintes irisées dues à de minces dépôts, et dont la bijouterie pourra peut-être tirer parti. Passons aux dépôts de peroxide de fer sur les objets en fer, en acier.

Le moyen le plus simple de préparer la dissolution ammoniacale de fer, qui doit être aussi placée dans un appareil semblable à celui qui a été décrit précédemment, est de faire à chaud une dissolution de protosulfate de fer, de la placer, afin de lui enlever l'air qu'elle renferme, sous une cloche dans laquelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on a fait le vide, et de la conserver dans un bocal fermé à l'émeri. On verse une certaine quantité de cette dissolution dans le cylindre de porcelaine, et l'on verse dedans de l'ammoniaque également privé d'air en quantité un peu plus que suffisante pour dissoudre le protoxide de fer. On plonge de suite dedans la pièce à recouvrir, qui est mise en communication avec le pôle positif du couple ; l'on agite avec un tube la dissolution, et l'on ferme le cylindre pour le soustraire à l'action de l'oxigène de l'air, qui tendrait à faire passer le protoxide à l'état de peroxide. Malgré toutes ces précautions, il se dépose toujours de l'oxide vert qu'il est impossible d'éviter. Dès que le circuit est fermé, il y a dégagement d'hydrogène sur la lame de platine, et l'oxigène, en se rendant sur la pièce dans la solution ammoniacale, peroxide le fer, qui se dépose avec adhérence par le même motif que celui qui détermine le dépôt du peroxide de plomb sur la lame de cuivre, c'est-à-dire parce que le protoxide de fer, jouant le rôle d'acide par rapport à l'alcali, est attiré par le pôle positif. Mais tous les métaux ne sont pas aptes à recevoir de semblables dépôts : ceux dont les oxides sont solubles dans l'ammoniaque doivent en être exclus, tels que le cuivre argenté et doré, parce que l'oxigène transporté oxide le cuivre, soit directement, soit à travers la couche d'argent ou d'or, et l'oxide de cuivre se dissolvant aussitôt dans l'ammoniaque, il n'y a plus de possibilité que le dépôt s'effectue. Ce n'est pas tout : une grande partie de l'oxigène étant employée à oxider le cuivre, ne peut réagir sur le protoxide de fer ; mais il n'en est pas de même du fer et de l'acier, qui se recouvrent d'une couche adhérente de peroxide de fer. Quelques minutes suffisent pour donner au dépôt une couleur brun-rouge ayant un peu l'aspect du cuivre précipité. Le dépôt prend le poli, frotté avec la peau et le rouge d'Angleterre. Quand la surface a été préparée convenablement auparavant, le dépôt peut être bruni à l'acier. Un canon de pistolet, un outil en acier et divers objets ont été recouverts de peroxide avec un égal succès. La couleur brun-rouge du dépôt est toujours la même quand la lame reste peu de temps immergée ; mais, si la durée est plus grande, il se passe des effets remarquables que je vais décrire avec quelque détail, parce qu'ils ont des rapports avec les différentes teintes que prend le peroxide de fer plus ou moins calciné. On sait que le sulfate de fer donne, par la calcination, une belle couleur rouge, qui devient plus foncée quand il provient du persulfate de fer, et un brun noirâtre quand il est préparé au moyen du deutonitrate de fer, tandis qu'avec le protonitrate à une calcination modérée, on a une couleur violette foncée, que les peintres appellent *violet de mars ;* si l'on pousse le feu trop loin, on obtient la couleur rouge ordinaire du peroxide. On ne peut attribuer ces jeux de couleur à la composition chimique de l'oxide, puisque la quantité d'oxigène est la même dans tous les oxides. On ne voit donc que l'arrangement moléculaire qui puisse en rendre raison ; mais ce n'est encore qu'une supposition. Or, comme on pourra le voir en jetant les yeux sur les lames que j'ai présentées à l'Académie, on retrouve ces mêmes teintes dans l'application du peroxide de fer, en opérant avec un seul couple à courant constant fonctionnant avec de l'eau modérément acidulée. Dans les premiers instants ce dépôt a la couleur rouge ; sa teinte se fonce de plus en plus, et au bout de plusieurs heures elle devient violet foncé, qui constitue le violet mars des peintres. Avec deux ou trois couples, elle tourne peu à peu au noir. L'adhérence du peroxide diminue, et il arrive un point où le dépôt est tout à fait noir et où l'adhérence est à peu près nulle. Les dépôts rouges sont inaltérables à l'air, tandis que les dépôts très-foncés s'hydratent peu à peu et se changent en hydrate de peroxide de fer n'ayant plus de cohérence. Or, que se passe-t-il en continuant l'opération ? Il y a superposition de nouveaux dépôts, transport d'une plus grande quantité d'oxigène : c'est donc à ces deux causes qu'il faut attribuer, non-seulement les changements de couleur, mais encore les changements dans l'état d'agrégation des parties déposées. Il pourrait bien se faire que tous ces dépôts colorés, ayant le même aspect que les peroxides obtenus par la calcination, fussent des combinaisons de peroxide et de protoxide, qui ne se formeraient que quelque temps après le commencement de l'expérience, et dont l'existence ne serait que de courte durée. La superposition des dépôts peut contribuer aussi beaucoup à foncer les teintes ; mais ce n'est pas la cause qui agit, puisqu'il y a un changement moléculaire.

Les observations que je viens de rapporter doivent être prises en considération par les personnes qui s'occuperont de l'application du principe que je viens de faire connaître ; comme le dépôt rouge se forme en quelques minutes, elles ne courent jamais la chance d'ob-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tenir les composés noirs, qui ont peu ou point d'adhérence.

Jusqu'ici il n'a point été question de la température, ou du moins les expériences sont censées avoir été faites à la température ambiante ; mais si l'on opère à 25 degrés environ, comme je l'ai fait plusieurs fois, les dépôts ont plus de fixité, parce que la dilatation qu'éprouvent les parties permet aux molécules de peroxide, soit de plomb, soit de fer, de se déposer dans les interstices superficiels. On conçoit très-bien que l'on puisse varier les teintes à l'infini ; on peut, par exemple, déposer sur l'or, l'argent, des couches plus ou moins épaisses de peroxide, et obtenir ainsi des tons agréables. Il est probable que d'autres oxides pourront être déposés sur les métaux, mais, dans mon travail, je me suis borné à deux.

Je crois devoir présenter encore quelques observations qui ne seront pas sans utilité.

On a vu que j'opérais avec un bocal rempli d'eau acidulée, dans lequel plongeait le diaphragme renfermant la dissolution alcaline ; ne serait-il pas possible de se passer du diaphragme et d'opérer immédiatement sur la solution alcaline, en prenant un nombre suffisant de couples à courant constant? Cela ne saurait être, parce que le dépôt s'effectuant au pôle positif, une partie du metal se déposerait sur la lame négative, de manière que la dissolution ne renfermerait bientôt plus de métal. A la vérité, cet inconvénient existe, mais à un moindre degré, dans l'appareil simple, par suite des effets d'endosmose qui transportent de l'oxide de plomb dans l'eau acidulée ; mais on pourrait y remédier en grande partie en ne se servant que d'un seul liquide : dans ce cas, on met dans le bocal la même dissolution alcaline, moins le métal, que celle qui se trouve dans le diaphragme ; mais alors il faudra un plus grand nombre de couples, parce que l'on n'aura plus un liquide aussi facilement décomposable que l'acide nitrique pour fournir de l'oxigène.

La préparation alcaline est assez importante ; je n'ai rien à ajouter à ce que j'ai dit précédemment de la dissolution du protoxide de plomb dans la potasse. Relativement à la dissolution ammoniacale, j'indiquerai quelques précautions à prendre pour empêcher qu'elle ne se décompose rapidement ; et afin qu'elle soit très-claire, on met dans un bocal qui ferme à l'emeri de l'ammoniaque aussi concentrée que possible, et l'on verse dedans du protosulfate de fer privé d'air et jusqu'à ce qu'il forme du précipité ; on bouche, on laisse reposer le dépôt, et l'on a une dissolution de fer aussi claire que possible, et que l'on peut conserver ainsi pendant quelque temps.

Le décapage à sec pour l'application des métaux est préférable, sans aucun doute, au décapage par la voie humide ; mais comme les matières grasses qui adhèrent quelquefois à la surface du fer par suite du contact des doigts nuisent au dépôt, il est bon de passer les pièces dans l'acide sulfurique très-concentré, de les laver dans un bain de potasse avant de les plonger dans un bain alcalin. On pourrait se borner à laisser immergées pendant quelque temps les pièces dans un bain de potasse concentrée, par la raison que ce bain préserve le fer de l'oxidation ; en suivant cette méthode, il m'est arrivé quelquefois de retirer des pièces recouvertes de peroxide qui résistait à l'action de l'acide sulfurique étendu d'eau, ce qui suffit pour montrer qu'elles auraient été inattaquables par les influences atmosphériques.

Bien que tout porte à croire que l'on pourra appliquer aux arts les procédés que je viens d'indiquer pour déposer les peroxides de plomb et de fer sur les métaux d'un usage journalier, afin de les préserver d'altération de la part des agents extérieurs, dépôt qui ne saurait manquer de produire de bons effets en raison de l'inalterabilité de ces oxides, surtout du peroxide de fer, néanmoins je suis bien éloigné de croire qu'il n'y a plus de recherches à faire pour rendre usuel ce procédé. Je sais par expérience qu'il y a loin du principe à l'application ; mon but, dans ce mémoire, a été de faire connaître les principes, en laissant aux hommes spéciaux le soin de les appliquer. J'ai voulu prouver seulement que la chose était possible. Les objets divers que j'ai mis sous les yeux de l'Académie montreront jusqu'à quel point mes assertions sont fondées. Parmi ces objets se trouvent plusieurs fleurs dont toutes les parties ont été recouvertes électro-chimiquement, les unes d'or, les autres d'argent, de peroxide de plomb, de peroxide de fer avec leurs différentes nuances, le tout disposé avec goût par M. Mourey, avantageusement connu des artistes, et qui a trouvé dernièrement un moyen très-simple de préserver l'argenture électro-chimique de l'altération qu'elle éprouve au contact de la lumière, lorsqu'on ne lui fait subir aucune préparation, et de lui conserver ainsi tout son éclat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ II. De l'application électro-chimique des métaux sur les métaux.

De l'adhérence.

L'application des oxides et même des métaux sur les métaux, avec adhérence, dépend non-seulement des surfaces, mais encore des dissolutions et de l'intensité du courant qui les décompose; l'examen de toutes ces causes est donc d'un intérêt majeur à l'époque actuelle, où tous les esprits sont dirigés vers ces applications; c'est en vue de ces motifs et pour compléter le sujet que je viens de traiter, que je prends la liberté de communiquer encore le résultat de mes observations dans cet examen.

L'expérience prouve qu'en général, l'adhérence des oxides et des métaux, or, argent, cuivre et plomb sur les métaux, est d'autant plus grande que l'intensité du courant est moindre, entre certaines limites bien entendu, et que la dissolution est moins concentrée. Telle est la thèse que je vais développer.

On conçoit jusqu'à un certain point que des courants de faible intensité produisent une forte adhérence, tandis qu'avec des forces énergiques les dépôts deviennent de moins en moins cohérents. Lorsque le dépôt s'opère très-lentement, les molécules cristallisent tranquillement, le corps se constitue suivant les lois de la cristallisation; tandis que, lorsque la force augmente en intensité, la cristallisation devient de plus en plus tumultueuse, confuse, et le dépôt finit par ne plus être composé que de parties qui n'ont que peu ou point d'adhérence entre elles.

Quatre ou cinq ans avant que l'on songeât à la dorure et à la galvanoplastie, j'obtenais, dans le traitement électro-chimique en grand, des minerais d'argent, de cuivre ou de plomb, des dépôts quelquefois très-adhérents de ces métaux, sur les corps destinés à les recueillir, effets que je ne fis pas connaître dans les diverses lectures publiques où je donnais une idée générale des procédés employés, parce que je réservais l'exposé de tous les faits particuliers pour un ouvrage qui paraîtra bientôt. Ces dépôts constituaient de véritables argentures, plombures; et je reconnus alors que l'adhérence du plomb, du cuivre et de l'argent était d'autant plus forte que les dissolutions étaient plus étendues et le courant plus faible; et, qu'on le remarque bien, ces observations datent de huit ans. L'adhérence du plomb sur de grandes lames de cuivre était si grande, qu'on était obligé d'employer des instruments tranchants pour l'enlever, et encore n'y parvenait-on qu'en entamant le cuivre; de sorte que l'on aurait pu dire qu'il y avait réellement combinaison des deux métaux au contact. Toutes les personnes qui ont suivi mes expériences, et je citerai en particulier M. Saint-Clair Duport, en ont été témoins. Eh bien, dans les dorures électro-chimiques dont je me suis occupé depuis MM. de la Rive, Elkington et de Ruolz, pareil effet s'est toujours présenté à moi. Malheureusement on ne peut mettre en pratique le principe que je viens d'énoncer, par la raison qu'il faut à l'industrie célérité et économie. Néanmoins, on tire de mes expériences une conséquence utile, c'est qu'en employant un courant énergique, on perd en adhérence, et les pièces dorées ou argentées sont de moindre qualité quant à la durée.

On ne peut pas dire que dans la dorure et l'argenture électro-chimiques, telles qu'on les pratique aujourd'hui, il y ait combinaison au contact; il se produit seulement un effet d'agrégation, de cohésion qui peut toujours être vaincu par des forces physiques, ce qui n'a point lieu pour les effets chimiques; d'après cela, plus la couche de metal déposé est forte, plus la différence de dilatibilité entre le métal qui reçoit le dépôt et le dépôt lui-même est grande, plus les variations de température tendront à les séparer l'un de l'autre, parce que la résultante des effets de dilatation est d'autant plus considérable que la quantité de matière déposée est plus grande.

Il est encore plusieurs causes qui tendent à produire cet effet: particulièrement le mode de décapage employé dans les nouveaux modes de dorure sur cuivre. Cette préparation consiste à plonger les pièces de cuivre, avant leur immersion dans le bain d'or, dans un ou plusieurs mélanges d'acides concentrés ou étendus, puis dans plusieurs eaux de lavage, afin d'enlever tous les corps qui se trouvent à leur surface; mais il se passe toujours quelques secondes entre la sortie des pièces de leur dernière eau, et leur immersion dans le bain d'or; il n'en faut pas davantage pour que la pièce s'altère souvent à l'air; cette altération est à la vérité très-faible, mais enfin elle existe.

Il suit de là que le dépôt d'or ne se dépose pas, rigoureusement parlant, sur une surface de cuivre pur, mais bien sur une pellicule d'oxide excessivement mince. Le décapage par voie humide n'est donc pas celui qui met les surfaces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

métalliques dans l'état le plus convenable pour que l'adhérence soit le plus grande possible ; le décapage par voie sèche n'a pas le même inconvénient, en ce qu'il permet de mettre à nu les surfaces sans craindre une altération aussi immédiate que lorsqu'elles sont humides. En effet, dans les expériences d'expertises faites dernièrement pour l'affaire de la dorure par immersion, on a employé les modes de décapage suivants :

1° En frottant seulement avec la poussière très-fine de pierre ponce et une brosse, ou bien en grattant la surface avec un instrument tranchant ;

2° Décapage dans l'acide nitrique et dans les mélanges de cet acide avec le sel marin et la suie ;

3° Décapage avec la dissolution de soude caustique, marquant 7 degrés à l'aréomètre de Baumé, et dans des dissolutions marquant 36 degrés ;

4° Décapage avec des dissolutions de soude et d'ammoniaque ;

5° Décapage avec un mélange de soude caustique et de sel ammoniac ;

6° Décapage avec mélange d'acide concentré et de sel marin.

Pour s'assurer de l'adhérence de l'or aux lames de laiton, on a fait les épreuves suivantes : on a coupé un côté de chaque lame de laiton dorée pour faciliter la séparation de l'or dans le cas où l'adhérence n'aurait pas été parfaite. Dans le même but, la lame a été ensuite courbée en différents sens, puis martelée. Voici les conséquences que l'on a tirées de ces épreuves ; conséquences qui peuvent s'appliquer également aux pièces dorées électro-chimiquement, après les décapages indiqués.

Avec les décapages par la voie sèche, on obtient, pour la dorure, durée et solidité : durée, parce qu'elle est plus épaisse ; solidité, parce qu'elle résiste aux épreuves physiques qu'on lui a fait subir. Il faut dire à la vérité que l'aspect n'est pas toujours satisfaisant, surtout quand la surface n'a pas un état uniforme. Il est démontré par là que les décapages par voie sèche ont une grande supériorité sur ceux par la voie humide, mais malheureusement il y a une infinité de cas, et c'est le plus grand nombre, où il ne peut être employé, pour les objets de bijouterie entre autres ; et lors même qu'il pourrait être utilisé, le temps qu'il exigerait serait une dépense tellement onéreuse, que l'industrie ne pourrait s'en servir : il faut donc presque toujours décaper par voie humide, en évitant toutefois les inconvénients signalés ci-dessus.

L'emploi du mercure lève cette difficulté : outre qu'il sert d'intermédiaire entre le cuivre, l'or ou l'argent pour déterminer les combinaisons au contact, il préserve encore le cuivre de toute altération avant l'immersion dans le bain métallique.

M. d'Arcet, qui s'est occupé avec succès de tout ce qui concerne l'art du doreur, a indiqué il y a longtemps que, pour éviter les effets du dégagement du gaz nitreux, dans l'intérêt de la salubrité, il était convenable de tremper dans une dissolution étendue de protonitrate de mercure les pièces décapées destinées à être dorées au mercure. On conçoit en effet qu'il devient, par ce moyen, plus facile d'appliquer l'or sur les pièces. M. Elkington, dans son brevet, a conseillé le même moyen dans la dorure au trempé pour donner le mat après décapage préalable dans les acides ; mais il se borne seulement à une seule immersion et à un lavage avant de plonger dans un bain bouillant d'or ; il ne peut qu'amalgamer imparfaitement la surface du cuivre, en raison du peu de durée de l'immersion.

Voici de quelle manière j'amalgame les pièces, pour avoir les meilleurs effets de dorure, sous le rapport de la durée et de la solidité. Quand les objets ont été simplement immergés dans la solution de protonitrate de mercure, et lavés à grande eau, on les frotte avec de la peau pour bien étendre le mercure, et on recommence les immersions jusqu'à ce que ce métal soit également réparti sur la surface. Si l'on se borne à étendre légèrement sans frotter, la surface reste terne ; si on la brosse, elle prend un aspect brillant. Les pièces étant ainsi préparées, si on les plonge dans le bain de cyanure d'or et de potasse à une température de 25 à 30 degrés, en faisant fonctionner l'appareil simple à courant constant, en moins d'un quart d'heure les objets sont dorés, ou mats, ou brillants, mais d'un mat comparable jusqu'à un certain point au mat de pendule, qualité difficile à obtenir avec le procédé en usage. Si l'on veut donner à la dorure électro-chimique de la valeur, il faut employer concurremment les deux méthodes, et prendre le mercure pour intermédiaire, mais non pas en aussi grande quantité que dans la dorure au mercure. La température de la mise en couleur suffit pour chasser le mercure, de sorte que l'on réunit les avantages de la combinaison de l'or avec le cuivre, et d'une épaisseur d'or presque illimitée.

Il est facile d'expliquer comment la dorure électro-chimique sur cuivre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quand la couche est très-mince, finit par s'altérer au contact de l'air humide. On voit alors çà et là des petits points d'hydrate de cuivre ; effet que l'on observe également dans la dorure au trempé, qui ne dépose qu'une couche d'or très-mince. Si l'on met en digestion une pièce ainsi dorée par l'un des deux procédés, dans de l'acide nitrique étendu, afin d'éviter une action tumultueuse, le cuivre est dissous peu à peu, et il reste un réseau comme une gaze ; les objets sont donc recouverts d'un semblable réseau, et si on les laisse dans un lieu humide, ils doivent être attaqués avec le temps, de même qu'ils l'ont été par l'acide nitrique étendu.

L'effet même doit être beaucoup plus rapide que si le cuivre était seul, la surface étant couverte partout de couples voltaïques, or et cuivre, dont l'action constante active l'oxidation du cuivre. On n'a pas à craindre le même inconvénient en suivant la marche que je viens d'indiquer, car on peut dorer uniformément la surface du cuivre, et si la couche est épaisse, comme on peut le faire avec l'électricité, on a toutes les garanties nécessaires pour assurer l'inaltérabilité du métal recouvert. Il ne faut jamais perdre de vue que, dans l'application de l'or sur le cuivre, ou d'un métal sur un autre métal, il faut toujours réunir deux conditions : adhérence, épaisseur suffisante de la couche déposée, pour que les influences atmosphériques n'exercent pas leur action sur le métal à travers les interstices sans nombre que laissent entre elles les parties du métal déposé.

De l'aspect des surfaces dorées ou autres.

Avant l'application électro-chimique des métaux ou de leurs oxides, on emploie le dérochage et le décapage ; cette dernière opération a pour but non-seulement d'enlever toutes les impuretés, mais encore de leur donner un aspect qui dépend de l'état moléculaire que l'on veut obtenir à la surface : ainsi, si l'on veut le mat brillant, le mat terne, le terne sombre, la préparation en question doit varier dans ces différents cas. On connaît dans les arts les divers moyens à l'aide desquels on fait ces préparations. Je vais présenter quelques considérations sur les causes physiques qui produisent les différents états moléculaires, parce qu'il sera plus facile ensuite d'adopter la marche à suivre pour obtenir immédiatement le mat, le poli, etc.

Le poli d'une surface consiste dans la faculté qu'elle possède de réfléchir régulièrement sur quelques points la lumière, ce qui exige que cette surface soit composée de particules disposées toutes de la même manière, c'est-à-dire ayant leurs facettes supérieures placées dans le même plan. Par ce moyen, la réflexion de la lumière est régulière.

Le mat, au contraire, paraît être le résultat de la réflexion irrégulière de la lumière, condition qui est remplie lorsque la surface est recouverte d'une infinité de petites aspérités dont les facettes sont dirigées dans toutes sortes de directions. Il résulte que les objets extérieurs sont réfléchis par cette surface plus ou moins confusément. Il y a absence d'image quand les particules sont disposées le plus irrégulièrement possible.

Cela posé, quand on soumet une surface métallique, polie ou mate, à l'action uniforme d'un courant électrique, dans une dissolution convenable, afin de la recouvrir d'une couche excessivement mince d'or, d'argent ou d'un autre métal, il est bien évident que l'état primitif de la surface ne sera pas changé sensiblement, puisque, dans le premier cas, celui où la surface est polie, toutes les lamelles situées régulièrement seront chacune recouvertes d'une couche qui, en raison de sa minceur, ne changera pas l'état moléculaire primitif ; dans le deuxième cas, c'est-à-dire avec la surface mate, les inégalités conserveront encore leur même relation ; car il n'y a pas de motif pour que cette situation soit changée. On comprend parfaitement que cet état de choses ne peut subsister qu'autant que le dépôt est excessivement faible ; car s'il était assez abondant, il remplirait les vides qui séparent les inégalités, et dès lors l'état de la surface changerait.

Ainsi donc, quand une surface métallique d'or, d'argent, de cuivre, de zinc, est préparée de manière à présenter le poli, le mat avec toutes ses nuances, on doit être assuré qu'en y déposant électro-chimiquement une couche très-mince d'un autre métal, l'état moléculaire de la surface ne sera pas sensiblement changé.

Les considérations que je viens de présenter suffiront pour montrer de suite comment on peut obtenir immédiatement l'état moléculaire que l'on désire avoir. Au surplus, elles se résument en ceci : telle est la surface, telle est la dorure.

Dans un autre mémoire, je ferai connaître le mode de préparation que l'on doit faire subir à chaque métal, avant de déposer sur sa surface un autre métal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Addition au mémoire sur l'application électro-chimique des oxides et des métaux sur des métaux.

Par M. Becquerel.

En faisant connaître les procédés à l'aide desquels on applique sur les métaux les peroxides de plomb et de fer, de manière à préserver d'altération ultérieure les métaux oxidables, j'ai dit qu'il était possible de varier les couleurs des couches déposées, de manière à présenter des effets agréables à l'œil et dont les arts pouvaient tirer parti. Mais je ne présumais pas qu'il était possible d'atteindre une variété et une richesse de tons telles qu'on ne les trouve que dans la nature. En voulant m'assurer jusqu'à quel point on pourrait arriver à cet égard, j'ai varié les expériences qui m'ont conduit à des résultats auxquels j'étais loin de m'attendre. Je suis parvenu en effet, comme l'Académie pourra en juger par la pièce que j'ai l'honneur de lui présenter, à obtenir des teintes aussi variées, et je puis même dire aussi riches et aussi éclatantes que celles que nous présentent les ailes des coléoptères des régions tropicales. Les pièces qui reçoivent ces teintes acquièrent d'autant plus d'éclat qu'elles sont frottées avec la peau et le rouge d'Angleterre : c'est dire que les couches très-minces qui les produisent ont une forte adhérence. Le bruni, rendant la surface plus brillante, détermine la réflexion d'une plus grande quantité de lumière, et doit rehausser par conséquent l'éclat de la couleur.

Avant de faire connaître comment et sur quels métaux ces couleurs doivent être déposées, je dois entrer dans quelques détails sur ce qui se passe dans la fixation des oxides. Le principe posé dans mon mémoire est celui-ci : telle est la surface du métal, telle est la couche déposée, pourvu que cette couche soit très-mince. Mais comme le dépôt s'opère quand le métal est électro-positif, c'est-à-dire lorsque l'oxigène qui arrive tend à oxider la surface et à la ternir lorsque le métal est oxidable, l'on ne peut obtenir les effets de couleur que sur des métaux non oxidables, tels que l'or ou le cuivre doré, et dont la surface a un beau poli.

L'or est donc le métal sur lequel on dépose les riches couleurs dont j'entretiens aujourd'hui l'Académie. Ces effets n'ont été obtenus qu'avec la dissolution de protoxide de plomb dans la potasse. Il ne faut qu'un couple ou deux et suivre l'opération attentivement, car elle ne dure quelquefois qu'une minute et encore moins. On obtient les teintes rouge clair, rouge de feu, rouge foncé, violet, bleu, et enfin des teintes foncées. Il faut retirer continuellement les pièces du bain, afin de pouvoir avoir les teintes que l'on a en vue. Si l'action est trop forte, il se forme du peroxide hydraté de plomb, qui se précipite en flocons jaunes dans la dissolution, sans production de couches colorées. Il est donc nécessaire de surveiller à chaque instant son opération, qui est si facile que l'on peut agir sur un grand nombre d'objets en peu de temps, et toujours avec un égal succès.

Un des avantages des couleurs, je le répète, est une forte adhérence qui résiste au bruni ; mais il n'y a là qu'une simple adhérence et non combinaison.

Ce n'est pas comme dans le dépôt du peroxide de fer sur du fer, où probablement il y a combinaison de protoxide de fer, qui se forme aux dépens du fer avec le peroxide de fer provenant de la combinaison du protoxide dissous dans l'ammoniaque avec une portion de l'oxigène qui arrive sur la lame, en raison de son état positif. Il est possible d'obtenir des teintes uniformes sur des lames d'or avec le peroxide de plomb.

Mais il faut pour cela disposer l'appareil pour que la lame soit parallèle à l'électrode négative, ainsi qu'au diaphragme, afin que tous les points de la lame reçoivent la même action électro-chimique.

Pour un objet d'une forme quelconque, il faut également que la surface soit parallèle à l'électrode négative, ainsi qu'au diaphragme, afin que la teinte soit partout uniforme, condition qui ne peut être remplie que lorsque la couche déposée a partout la même épaisseur.

Je ne me suis attaché jusqu'ici qu'aux effets produits avec les oxides de plomb et de fer. Dans un autre travail j'exposerai les résultats obtenus avec d'autres oxides.

En attendant, je ne doute pas que les riches couleurs que donne le peroxide de plomb ne reçoivent une application immédiate aux arts en raison de leur fixité, de leur adhérence sur l'or, et de la grande facilité avec laquelle on les applique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Procédé américain de débourrage, dépilage et gonflement des peaux à froid et sans fermentation.

On a depuis longtemps signalé les graves inconvénients qui résultent pour les peaux des animaux qu'on destine à la fabrication des cuirs par le tannage, du débourrage à la chaux ou à l'échauffe, du gonflement par la fermentation, les acides, et généralement de la plupart des moyens qui ont été proposés ou employés jusqu'à présent pour le travail préliminaire de ces substances avant de les combiner avec le tannin. Nous ne les rappellerons pas ici, et nous n'insisterons pas non plus sur l'extrême insalubrité de tous ces moyens qui compromettent la santé publique, surtout dans les villes populeuses où s'exercent la plupart du temps les différentes opérations qui constituent l'art du tanneur, mais nous croyons devoir faire connaître en peu de mots un procédé américain de débourrage et gonflement des peaux qui mérite quelque attention, puisqu'il nous paraît exempt des reproches qu'on adresse à l'ancienne manière de procéder.

Dans le procédé américain, on fait usage, d'après l'auteur auquel nous empruntons ces détails, d'un appareil qui consiste en une sorte de cave ou cellier destiné à recevoir les peaux, et qui, pour être plus commode, doit présenter une longueur de 4 mètres sur autant de hauteur et 3 mètres de largeur. Les murs de cette cave peuvent être construits en pierre, ou bien on peut l'établir au moyen d'un bâti en charpentes sur lesquelles on cloue des planches. On ménage un chemin ou couloir d'environ 2 mètres de longueur pour y parvenir, qu'on ferme avec une porte à chaque extrémité. Celle qui donne accès au dehors étant à doubles parois remplies de tannée à l'intérieur afin d'empêcher l'air sec extérieur de pénétrer dans la cave. Un ventiduc carré construit en planches de 28 à 30 centimètres de largeur, s'étend à partir du centre du plancher de la cave jusqu'à 15 à 20 mètres au delà, et est placé à $1^{m}20$ au moins au-dessous de la surface du terrain. Cet appareil sert en même temps de conduit de décharge pour recevoir les eaux d'égouttage de la cave, et pour amener l'air froid chargé de vapeur destiné à prendre la place de celui qui se trouve raréfié, et par conséquent à entretenir un courant constant par le ventilateur placé au sommet.

La crête du toit est de niveau avec la surface du terrain. Sur cette crête s'étendent sur toute la longueur deux rangs de planches posées de champ, et distantes entre elles de 5 centimètres. L'espace qui les sépare reste ouvert, mais on recouvre tout le reste du toit avec de la terre sur une épaisseur de 1 mètre. Cette couverture en terre posée sur la cave et sur la rigole d'égouttage, sert à maintenir une basse température dans les peaux, de façon qu'elles puissent être débourrées sans s'échauffer et sans fermentation. On amène en même temps de l'eau de source ou de puits par le moyen de tuyaux ou de gouttières qui rampent le long de la corniche des parois verticales, afin que ce liquide, coulant en petite quantité, forme sur les murs une nappe humide, ou tombe en pluie en donnant naissance à des vapeurs qui saturent l'atmosphère de la cave. La température de l'eau de source ou de puits est généralement de 10° C. Or, l'eau s'évaporant à toutes les températures, il est évident que si on en fait affluer une quantité toujours constante, cette évaporation absorbant une assez grande quantité de chaleur, il sera possible de maintenir une température uniforme dans la cave.

Pour suspendre les peaux dans cette cave, on place trois barres dans la longueur, à égales distances, près du toit, armées de crochets de fer, distants entre eux de 5 à 6 centimètres. On trempe ces peaux comme à l'ordinaire pour les assouplir, puis on les suspend par la tête en les tenant parfaitement ouvertes. Au bout de quelques jours, lorsque le poil commence à s'en détacher sur les parties supérieures, on les suspend par l'autre extrémité jusqu'à ce que tout le poil puisse en être aisément enlevé. Les peaux ne doivent pas être rompues jusqu'à ce qu'elles soient enlevées de la cave et prêtes à être débourrées. Dans une bonne cave, où le thermomètre s'élève de 7° à 12° C., température qu'il ne doit jamais dépasser, et où il y a une libre circulation d'air humide, les peaux exigent ordinairement pour leur débourrage de six à douze jours. Quand la température s'abaisse au-dessous de 7°, il faut clore en partie le ventilateur, et lorsqu'elle s'élève au delà de 12°, il faut introduire de l'air froid ou une plus grande quantité d'eau de puits froide qu'on fait couler par les gouttières ou autrement.

Si ce procédé est exécuté convenablement et avec soin, les peaux seront reçues par les tanneurs, des mains du débourreur, exemptes de toute matière étrangère, et conservant presque toute leur gélatine avec les matières fibreuses et albumineuses qui entrent dans leur constitution. L'action des agents dont on se sert dans ce procédé, paraît se bor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ner à la *surface du grain* de la peau, et en gonfler la portion extérieure, ramollir les racines des poils et rendre par conséquent l'extraction de ceux-ci très-facile.

Quelques personnes, sans avoir fait un examen suffisamment approfondi de ce procédé, ont déclaré que ce n'était autre chose qu'une sorte de fermentation ou une putréfaction, et, en conséquence, ne l'ont considéré que comme ne différant pas d'une manière sensible de celui précédemment employé, dans lequel on était exposé à des chances de danger si imminentes. L'auteur de l'article ne partage nullement cet avis, et assure même qu'après des expériences fort étendues et des recherches multipliées, il a été amené à cette conclusion: que l'effet produit par le procédé du débourrage sans l'échauffe est dû à l'action *ramollissante* de la vapeur, et que c'est un simple cas d'absorption et de gonflement des tissus de la peau et de la racine des poils.

Diverses circonstances, ajoute-t-il, semblent d'ailleurs fortifier cette manière d'envisager la question ; et voici, à cet égard, celle qui lui paraît la plus concluante. Nous croyons, dit-il, que c'est une opinion assez généralement admise parmi les chimistes, que la fermentation putride, ou celle qu'on nomme pourriture, est toujours accompagné de la formation d'ammoniaque, or, comme il est à peu près impossible de signaler la présence de ce corps, soit par l'odorat, soit au moyen des réactifs dans l'atmosphère de la cave où l'on procède, ainsi qu'il a été dit, au débourrage des peaux, nous sommes donc autorisés à en conclure qu'il ne s'y forme pas, et que par conséquent il ne s'y développe pas de fermentation putride.

L'action de la vapeur paraît, comme il a été dit, se borner à la surface de la peau ; c'est un fait qui paraît démontré par l'accroissement du poids de celle-ci quand elle a été préparée par ce procédé comparativement à celui où on la passe en chaux ; par conséquent il y a bénéfice sur le poids du cuir; car, tandis que par la méthode ancienne, on considère comme un gain considérable dans l'ancien traitement par la chaux, une augmentation de 30 à 40 p. 100 sur le poids primitif de le peau sèche, maintenant, par le procédé sans échauffe, le gain s'élève de 50 à 70 pour 100, et même souvent à 80. Ce qui montre incontestablement que les portions les plus douces u molles de la peau, qui étaient précédemment perdues, sont actuellement conservées à son intérieur par ce mode de débourrage.

Ce résultat serait difficile à atteindre si le procédé consistait uniquement en une putréfaction, attendu que, dans ce cas, une portion très-notable de la substance même de la peau serait enlevée, ou du moins serait mise dans une condition propre à être attaquée par les dissolvants auxquels on la soumet. D'ailleurs, tous les chimistes américains qui ont déjà eu l'occasion d'examiner ce procédé avec quelque attention, ont déclaré qu'il consistait, à leurs yeux, en un simple cas d'absorption et de macération.

Les avantages que présente ce procédé doivent, dit l'auteur en terminant, frapper l'esprit de tous les praticiens que n'aveugle pas la routine et qui en même temps connaissent l'action des substances dont ils font usage dans leur art. Quant au tanneur qui s'imagine que toute la gélatine doit être enlevée aux peaux pour les convertir en cuir de bonne qualité, cette méthode doit certainement paraître erronée, mais il ne saurait en être de même pour toute personne qui a des connaissances dans cette partie.

On a continué le traitement des peaux par cette méthode, partout où elle a déjà été essayée, et c'est là, suivant l'auteur, la démonstration la plus évidente de son utilité, et qu'elle réalise en pratique tout ce qu'on en attendait. On s'en sert actuellement presque uniquement dans les grandes tanneries des états de New-York, du Maine, de New-Hampshire, et sur une échelle tout aussi étendue dans la Pensylvanie septentrionale.

Procédé pour l'extraction des huiles des produits bitumineux et leur purification.

Par le comte T.-A.-W. de Hompesch.

Les matières bitumineuses dont je me suis proposé d'extraire et de purifier les huiles, sont les schistes bitumineux, les asphaltes, etc. J'ai eu pour but, premièrement, de trouver une méthode perfectionnée pour l'extraction des substances grasses ou huileuses renfermées dans ces matières, et en second lieu de donner aux résidus de ces matières, après que les huiles en ont été extraites, des applications utiles et variées dont il sera plus loin question.

Les divers moyens qui ont été proposés pour le même objet n'ont fourni

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

généralement jusqu'ici que des huiles en quantité faible, d'une qualité inférieure et d'une odeur désagréable, tandis que par le procédé que je propose, la quantité en est plus considérable, la qualité supérieure, et l'odeur, sinon enlevée en totalité, du moins considérablement modifiée.

Occupons-nous d'abord des schistes bitumineux. Ici l'expérience m'a démontré que les matières volatiles contenues dans les schistes affectaient trois caractères différents, savoir : celui d'huile essentielle, celui d'huile grasse intermédiaire, et celui d'huile ou matière grasse épaisse. Ces huiles sont extraites des schistes, par le secours de l'appareil dont on voit la coupe dans la fig. 1, pl. 50.

Cet appareil consiste en un fourneau contenant quatre cornues ; chacune de ces cornues se compose de quatre pièces *a*,*b*,*c*,*d*, et est pourvue à l'une de ses extrémités d'une trémie *e* et d'une chambre *f*, et à l'autre d'une seconde chambre *g*, dans laquelle le charbon de schiste se refroidit avant d'en décharger l'appareil. *h* est le foyer ; *i*, *j*, *k* trois tubes qui font communiquer la cornue avec trois gros tuyaux *l*, *m*, *n* qui s'étendent en travers du fourneau et communiquent eux-mêmes par d'autres tubes avec trois condenseurs distincts. *o* est une vis d'Archimède renfermée dans les parties *a* et *b* de la cornue et qui peut tourner au besoin dans son intérieur par le moyen de la roue *p* qu'on manœuvre avec la manivelle *q*, laquelle engrène avec la roue *r* que porte l'extrémité de la vis.

L'opération de l'extraction des huiles de schistes s'exécute de la manière suivante.

Le schiste, après avoir été réduit en poudre, est déposé dans la trémie *e* et l'opérateur en tirant la trappe *s* fait passer cette poudre dans la chambre *f*. Cette trappe *s* est alors fermée, et en ouvrant celle *t* la charge tombe dans la cornue. Le mouvement des trappes *s* et *t* s'effectue par la révolution d'une roue dentée *u* qui engrène dans deux crémaillères qu'elles portent. La charge par la révolution de la vis, est successivement portée en avant dans les portions de la cornue où la température s'élève de plus en plus. D'abord cette charge étant portée en avant, on lui applique une température qui s'élève à 125° C. L'huile essentielle s'élève sous forme de vapeur a travers le tube *i* pour se rendre dans le tuyau *l* et de là dans le condenseur. Au bout d'une demi-heure, cette charge est de nouveau mise en marche et poussée en avant en tournant la vis et exposée à une température de 250° C., pour en séparer l'huile grasse intermédiaire qui se rend par le tube *j* dans le tuyau *m* et de là dans son condenseur propre. Après que cette charge a été soumise environ une demi-heure à cette dernière température, on la fait avancer à l'extrémité de la partie *b* de la cornue où elle devient rouge ; la vapeur qui s'en échappe fournit la matière grasse épaisse après qu'elle a été condensée. La distillation est actuellement complète et les résidus étant chassés vers l'extrémité de la cornue, on ouvre la trappe *v* en tournant la roue *u* et le charbon de schiste tombe dans la chambre *g* où il reste jusqu'à ce qu'il soit refroidi.

Toutes les fois que l'ouvrier fait avancer la masse de schiste il ouvre les trappes *s* et *t* de la manière qui a été indiquée précédemment, et fait descendre dans la cornue une nouvelle charge de poudre de schiste ; de façon que le procédé a une marche continue et qu'on obtient à la fois les différents produits de la distillation.

L'appareil pour extraire l'huile de l'asphalte est vu en coupe dans la fig. 2. Il consiste en un fourneau renfermant cinq cornues *a* de 4 mètres de longueur et 0m.32 de diamètre sur lesquelles sont adaptés à leur extrémité antérieure, deux tubes *b*, *c*, qui communiquent avec deux condenseurs distincts par les tuyaux *d*, *e*. L'huile essentielle à l'état de vapeur et par une température de 100° C., s'élève par le tube *b* dans le tuyau *d* pour se rendre de là au condenseur, et lorsque la température atteint 300° C., l'huile grasse intermédiaire et l'huile grasse épaisse sont extraites de l'asphalte et conduites par le tube *c* et le tuyau *e* dans l'autre condenseur destiné à les recevoir. Le résidu est un charbon noir qu'on peut employer aux mêmes usages que celui de schiste et dont il sera question plus bas.

Les huiles grasses combinées contenues dans le condenseur appartenant aux tube et tuyau *c*, *e* sont distillées dans une cornue de fer ; par ce moyen l'huile grasse intermédiaire se sépare de l'huile épaisse ou goudron, qu'on peut employer à la préparation des vernis et à tous les usages auxquels on applique le bitume actuel des Indes et de l'Amérique.

L'huile grasse intermédiaire est alors mélangée avec celle qui a été obtenue de la distillation des schistes, et on opère la rectification du mélange pour l'usage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des fabriques au moyen de l'appareil représenté dans la fig. 3. Cet appareil consiste en un vase *a* destiné à contenir le mélange des deux huiles et de la partie inférieure duquel un tube *b* descend dans le vase *c*, où il se termine par une pomme d'arrosoir *d*. Ce vase *c* renferme un certain nombre de plaques métalliques *e* finement perforées et soutenues par des consoles *f* et des tiges *g* ; la portion supérieure de ce vase est munie d'un autre tube *h* qui se termine en forme de serpentin, et sous cet état est plongé dans un récipient *i* rempli d'eau froide. On introduit de la vapeur sous une pression de trois atmosphères dans la partie inférieure du vase *c* par le tuyau *j* ; cette vapeur s'élève à travers les plaques perforées *e* où elle rencontre le mélange des huiles grasses intermédiaires qui coule dans ce vase par la pomme d'arrosoir *d* et se déverse sur les plaques.

Par ce contact, la vapeur enlève toutes les parties essentielles qui peuvent encore subsister dans ce mélange, et les transporte au serpentin *h* où elles sont condensées, tandis que l'huile grasse intermédiaire tombe au fond du vase *c* où on la soutire par le tuyau *k*, pour la faire passer dans le réservoir *l*. Cette huile grasse intermédiaire ainsi préparée est passée à travers un filtre, et peut être appliquée au graissage de toutes sortes de machines.

L'huile essentielle qu'on obtient de la distillation des schistes ou des asphaltes est rectifiée dans une cornue ordinaire chauffée à la vapeur, et dont la température est élevée successivement de 125 à 160°. Les différentes espèces d'huiles essentielles qu'on obtient aux diverses températures peuvent servir à la dissolution du caoutchouc, à la fabrication des vernis, à la préparation des couleurs et autres applications industrielles et artistiques. Il peut bien rester un peu de goudron dans ces huiles essentielles après la dissolution, mais on le carbonise et on le précipite par l'addition de 20 p. 0/0 d'acide sulfurique à l'huile qu'on agite quand elle est encore à une température de 80°. Le mélange est abandonné au repos pendant quelque temps, et alors l'huile essentielle est décantée, lavée à l'eau fraîche, après quoi on y ajoute une lessive préparée avec 10 p. 0/0 de potasse caustique pour compléter sa purification.

Le traitement des résidus qui proviennent des opérations précédentes, constitue la dernière partie de mes procédés. Ces résidus consistent : 1° en eaux ammoniacales qui se forment pendant la distillation des schistes. On peut en faire usage dans les fabriques d'ammoniaque, en les traitant par les méthodes ordinaires ; 2° un goudron acide qui forme leur résidu après la rectification de l'huile essentielle ; en y ajoutant du chloride de sodium, on peut le rendre propre à la fabrication du sulfate de soude ; 3° du charbon qui reste après la distillation des schistes et des asphaltes.

Le charbon de schiste renferme des pyrites en abondance, et est placé au moment où on l'extrait des cornues dans des boîtes bien closes pour s'opposer à ce qu'il reçoive le contact de l'air. Lorsqu'il est froid et sec on le jette dans un vase de plomb rempli d'eau à 80° C aiguisée avec de l'acide sulfurique. Après une digestion de 24 heures on lave à l'eau froide, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de traces d'acide, et on carbonise de nouveau dans l'appareil fig. 1, mais sans condenser les vapeurs comme on le fait dans la distillation des schistes ; enfin, on réduit en poudre et on passe au tamis.

Le charbon d'asphalte ne contient pas de pyrite et n'a par conséquent besoin que d'être pulvérisé et tamisé.

Le charbon ainsi preparé peut être employé aux décolorations dans le raffinage du sucre, ou comme engrais ou amendement pour les terres, et enfin comme couleur noire. Comme engrais il possède une très-grande affinité pour les matières ammoniacales et les gaz provenant des matières en état de décomposition. Il absorbe en grande quantité l'azote et les gaz ammoniacaux renfermés dans l'air. Si on le mélange à des matières animales en putréfaction, il constitue alors un engrais des plus puissants sans avoir aucune odeur et dont les effets ont une grande durée ; les meilleures proportions sont 40 p. 0/0 de matières animales pour 100 parties de charbon. Enfin, ce charbon possède des propriétés désinfectantes très-énergiques qui le rendent utile dans une foule d'occasions.

Désinfection des matières des déjections.

Par M. C. Poussier.

Je me suis occupé depuis longtemps de résoudre le problème de la désinfection des matières des déjections, et je crois y être parvenu d'une manière sûre et plus économique que celle indiquée jusqu'à ce jour.

J'emploie pour obtenir ce résultat le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sulfate d'alumine impur, tel qu'on l'obtient du lessivage des pyrites ferrugineuses. La quantité d'acide sulfurique que ce sel renferme est plus grande que celle contenue dans le sulfate de fer. Sa réaction acide agit aussi plus vite sur les matières avec lesquelles il est en contact, de telle sorte qu'il prévient mieux que le sulfate de fer la fermentation putride. Je l'emploie sans le mélanger avec du charbon, parce que ce corps coûte cher, et a l'inconvénient de tenir trop de place. Le sulfate d'alumine n'exige environ que 1/25 de la capacité des fosses. Mais c'est surtout son bas prix qui rendra son application facile et générale. 100 kilog. peuvent être rendus à Paris pour 50 à 52 fr., et la quantité qui doit être employée par mètre cube est de 50 à 60 kilog. Ainsi, pour une fosse de 16 mètres cubes, la dépense serait, pour un an, de 48 à 50 fr., dépense minime pour le résultat obtenu, surtout si l'on considère la valeur comme engrais des matières ainsi traitées, qui n'ont pour ainsi dire perdu aucun de leurs sels ammoniacaux.

J'ai parlé de l'économie, et cela est très-important, si l'on examine les masses sur lesquelles on doit agir; mais ce qui ne l'est pas moins, c'est que le sel dont je propose l'emploi est inépuisable, et que l'on ne peut craindre que son application en puisse de beaucoup faire hausser le prix (1).

Nouveaux moyens pour obtenir des images de Möser.

Par M. Bertot.

J'ai lu avec intérêt une note de M. Morren sur la production d'images au moyen de l'électricité (2).

Je vais faire connaître les résultats analogues auxquels j'étais arrivé sans avoir connaissance de ses expériences. Je suis parvenu à produire avec la plus grande facilité les images de toute espèce de corps sur une plaque polie, et cela en employant seulement le souffle de l'haleine : la nature de la plaque qui doit recevoir l'image est absolument indifférente, pourvu qu'elle puisse condenser la vapeur de l'haleine d'une manière visible. J'ai observé, contrairement à M. Morren, que plus les surfaces étaient soigneusement débarrassées de corps étrangers, plus les images étaient parfaites.

Si l'on fait l'expérience avec une pièce de monnaie, il suffit de projeter à sa surface la vapeur de l'haleine, de poser rapidement la pièce sur la plaque polie, exempte d'humidité, et de l'enlever aussitôt. L'image est visible, mais elle est fugitive ; à mesure que l'humidité s'évapore, l'image s'évanouit : vient-on à projeter la vapeur de l'haleine sur la plaque, à la place où se voyait l'image elle se reproduit encore, mais affaiblie, et elle offre cette particularité, que les lumières et les ombres de la première image sont renversées : la seconde image est donc négative.

Dans mon opinion, les images de MM. Möser, Knorr, Karsten, Masson, Morren, sont produites par une action complexe : les deux corps mis en présence tendant à se mettre en équilibre de température ; il en résulte une condensation de la vapeur d'eau dissoute dans l'air interposé, laquelle altère le poli des surfaces, soit par une action électro-chimique, soit par une action seulement mécanique, soit par ces deux causes à la fois.

Si l'on fait intervenir une action chimique avec la vapeur d'eau, l'image devient permanente, et la vapeur d'eau s'évanouit en laissant les résultats de l'action chimique : ainsi, après avoir produit une image sur une plaque de cuivre poli, par le procédé que j'ai indiqué, si l'on porte la plaque rapidement au-dessus d'un vase contenant de l'ammoniaque liquide, la plaque garde fidèlement l'empreinte plus ou moins parfaite, selon qu'on a opéré au moment le plus convenable. J'ai obtenu ainsi sur cuivre des copies de dessins, de gravures, de caractères imprimés, avec la seule précaution de saturer auparavant le papier de la vapeur de l'haleine, et de les mettre quelques instants en contact avec la plaque polie ; si l'on opère avec une feuille imprimée, les lettres du recto et du verso se peignent à la fois. Enfin la plaque transmet à une autre plaque l'image qu'elle a reçue.

La vapeur d'eau me paraissant jouer dans la production de ces images un rôle capital, je proposerai de leur donner le nom d'*hygrographies*.

Le chlore gazeux communique une remarquable sensibilité pour la vapeur d'eau à la plaque de cuivre; les moindres émanations aqueuses donnent au *chlorure rose vif* un aspect blanc mat. Les hygrographies sont très-belles et

(1) Voyez dans le volume précédent, p. 538, le rapport de M. Boussingault sur la poudre désinfectante de M. Siret.

(2) Voir *le Technologiste*, t. IV, p. 455.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-nettes quand la plaque a reçu d'avance cette préparation.

Mais le *chlorure rose* de cuivre jouit d'une propriété que je crois signaler le premier, c'est celle de se laisser impressionner dans la chambre obscure et de condenser ensuite les vapeurs mercurielles, comme l'iodure d'argent des plaques daguerriennes. Le temps de l'exposition à la lumière dans mes expériences n'a pas encore été moindre d'une demi-heure; j'ignore si ce temps peut être abrégé par l'emploi de substances accélératrices, etc., etc., le temps ne m'ayant pas encore permis de rendre complètes ces expériences et quelques autres dont je compte publier prochainement les résultats.

Sur la formation des images de Möser.

Par M. Masson.

Möser, dans un magnifique travail, a prouvé incontestablement, par de nombreuses expériences faites dans des circonstances très-variées, plusieurs propositions importantes, parmi lesquelles on remarque les suivantes :

1° Si une surface est touchée en quelques points par un corps, elle acquiert la propriété de condenser sur les points touchés toute espèce de vapeur qui devient adhérente ou se combine chimiquement, seulement aux points qui ont été en contact ;

2° Si deux corps sont suffisamment rapprochés l'un de l'autre, bien que séparés par des substances autres que l'air, ils s'impriment l'un sur l'autre : l'impression est rendue manifeste par des vapeurs qui adhèrent en se combinant chimiquement aux corps ;

3° La lumière agit sur toute espèce de substance, et la modifie de manière que toute espèce de vapeur adhère aux points éclairés ou s'y combine chimiquement. *La découverte de M. Daguerre n'est qu'un cas particulier d'une action générale.*

Les faits annoncés par M. Breguet et par M. Ærteling, les recherches de M. Knorr, et les nouvelles expériences de M. Bertot, confirment cette opinion de M. Möser, que le rayonnement calorifique agit sur tous les corps pour modifier leur surface de la même manière que la radiation lumineuse.

Je n'entrerai pas ici dans le détail des expériences de M. Möser; elles sont trop connues des physiciens, et je me contenterai de dire qu'en les répétant j'ai obtenu sur une plaque daguerrienne, préparée à l'iode et au brôme, une empreinte assez belle d'une gravure, en la superposant de manière que la partie non gravée fût en regard de la plaque, et la laissant pendant cinq jours dans l'obscurité la plus complète, où, comme dans quelques expériences du physicien allemand, la radiation s'est opérée à travers le papier.

Longtemps avant les publications de M. Möser, M. Breguet, à qui je communiquai un phénomène particulier de transport de matière, me fit connaître l'observation anciennement faite dans ses ateliers, qu'il communiqua à l'Académie des sciences, et que j'ai citée plus haut. Occupés à cette époque d'un travail sur l'induction, nous remîmes à un autre temps l'étude des impressions persistantes observées sur des boîtes de montre. Mais déjà à cette époque je leur attribuai une origine électrique, et je soupçonnai quelque rapport entre ces empreintes et les images daguerriennes. Les expériences intéressantes de M. Riess et celles de M. Karsten me confirmèrent de plus en plus dans mon opinion, et je fis l'expérience que j'ai communiquée (voir *le Technologiste*, t. IV, p. 455), et qui devait servir de point de départ à un travail ayant pour but d'éclairer les questions suivantes : Dans toutes les expériences de M. Daguerre et de M. Möser, la fixation des vapeurs n'est-elle pas précédée par un état électrique des surfaces ? La lumière, la chaleur, l'*électricité* ne produisent-elles pas, en agissant sur tous les corps, un même état final et qui les rend propres à fixer, soit physiquement, soit chimiquement, les vapeurs ? Cet état final n'est-il pas un état électro-statique ?

Dans ce cas, l'action chimique ne serait-elle pas seulement secondaire ? La conductibilité électrique des corps n'étant que relative, je fus naturellement conduit à chercher si, en modifiant convenablement l'intensité de l'action électrique, je ne parviendrais pas à reproduire par l'électricité toutes les impressions möseriennes.

Je commençai mes recherches en me plaçant dans des circonstances qui ne laissaient aucun doute sur la nature de l'action.

Après plusieurs essais, je m'arrêtai à la méthode d'opération suivante :

Je prends pour condensateur des plaques de daguerréotype hors de service qui m'offrent une surface parfaitement plane. Sur ces plaques, je fais fondre une couche d'une substance iso-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lante, dont l'épaisseur varie de 1/2 à 1 millimètre ; j'emploie la substance qui constitue les électrophores, de la cire d'Espagne, de la cire jaune, de la gomme laque, etc.

Après avoir placé sur la couche isolante la médaille que je veux reproduire, qui pour l'ordinaire n'est autre qu'une pièce de monnaie, je l'électrise par les moyens suivants :

Mettant en communication avec le sol, soit la pièce, soit la plaque métallique, je fais jaillir sur celle qui reste libre une étincelle d'une machine électrique ; d'autres fois je la mets directement en contact avec la machine, et je fais faire au plateau un nombre de tours qui varie avec la puissance isolante de la résine ; enfin, et cela réussit très-bien, après avoir mis l'un des conducteurs du condensateur en communication avec l'armure extérieure d'une bouteille de Leyde, je décharge l'armure intérieure sur l'autre : l'intensité de la décharge doit varier avec l'épaisseur de la plaque isolante, et sa conductibilité, ou mieux sa puissance d'induction. L'étincelle jaillit toujours entre les deux armatures, ce qui semble indiquer qu'il n'y a pas ici transmission du fluide à travers la couche isolante.

Lorsque la médaille à reproduire est elle-même formée d'une substance isolante, de verre, par exemple, il vaut mieux la mettre directement en contact avec la machine. J'ai produit ainsi de très-belles impressions avec des cachets en verre.

La plaque étant électrisée, pour faire apparaître l'impression, il faut projeter sur sa surface une poudre très-ténue, ce que je fais à l'aide d'un soufflet qu'on emploie pour produire les figures de Lichtemberg. J'avais d'abord employé deux poudres, mais les images sont plus nettes avec une seule. Je n'ai opéré jusqu'à présent qu'avec du minium, mais je ne doute pas qu'on réussirait également avec toute espèce de poussière, par exemple, de la silice, du lycopode, etc. Voici alors ce qu'on remarque : si la médaille reçoit l'électricité positive, les parties de la couche isolante en regard des reliefs sont remplies de poussière : j'appellerai cette image positive ; lorsqu'au contraire la médaille reçoit l'électricité négative, les parties en regard des reliefs restent unies.

Toutefois il est inutile de remarquer que l'effet peut être inverse, suivant la nature de la couche isolante, son épaisseur et la nature ou l'état électrique de la première. Si les impressions obtenues par M. Möser et les images daguerriennes ont quelque rapport avec les empreintes électriques, ne trouverait-on pas dans les faits précédents une explication à cette variation d'images, qui sont positives ou négatives, suivant les circonstances où l'on opère ? N'obtiendrait-on pas, à volonté, en électrisant les vapeurs, des images potitives ou négatives ? Je n'ai pu jusqu'ici résoudre cette dernière question.

Après avoir obtenu des impressions électriques sur des résines, j'ai essayé sur des plaques daguerriennes préparées. Une médaille, placée sur une telle plaque, a été soumise à l'action du pôle d'une pile sèche pendant une minute. L'empreinte a été rendue manifeste par le mercure. Je ne puis en ce moment rien déduire de cette expérience, répétée plusieurs fois avec des succès différents, parce que j'avais obtenu immédiatement les mêmes impressions sans pile sèche, en laissant il est vrai la médaille un peu plus longtemps en expérience. La sensibilité de la couche d'iode, la différence de température entre la plaque et la médaille, ont une telle influence, qu'il faut pour conclure opérer avec ou sans électricité dans des circonstances toujours identiques. J'ai exposé au soleil des plaques iodées sur lesquelles j'avais posé des médailles, jusqu'à ce que la couche d'iode fût noire. Les unes furent électrisées sur une pile sèche, et les autres n'éprouvèrent pas l'action du fluide électrique. Les premières donnèrent des images positives, les secondes des images négatives.

J'ai essayé enfin de fixer sur les plaques de résine les impressions électriques, et j'ai réussi en chauffant légèrement la plaque métallique qui leur servait de support.

Nouvelle note sur la formation des images de Möser.

Par M. Morren.

1° Si l'on prend deux sphères, l'une et l'autre conduisant le fluide qui doit agir sur elles, que la première soit recouverte de corps ténus et légers, la seconde recouverte d'un corps capable de se vaporiser, que celle-ci soit échauffée, celle-là électrisée, les corps légers et la vapeur s'échapperont des sphères normalement à leur surface.

2° Si sur une surface plane regardée comme une petite portion des sphères précédentes suffisamment agrandies, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

place un écran découpé, puis au-dessus de l'écran une surface capable de recevoir, l'un les corps légers, l'autre les particules de vapeur, on obtiendra deux empreintes, l'une que j'appellerai *électrique*, l'autre *hydrothermique*.

3° Au lieu d'une surface plane avec un écran, on peut prendre une surface à relief, une médaille, une pièce de monnaie, sur laquelle on déposera, en frottant avec le doigt ou un linge humide, les corps légers ou la vapeur d'eau, en essuyant doucement, mais avec soin, la surface, puis posant la pièce de monnaie, soit sur un morceau de papier isolé, si c'est une empreinte électrique, soit sur un corps poli pour le second cas; on obtient les deux sortes d'empreintes. L'application de la chaleur se fait en échauffant la pièce au moyen, soit de la vapeur de l'haleine, soit de la vapeur d'eau chaude (1). Pour l'électricité, j'emploie avec succès une bouteille de Leyde dont le bouton est, après la charge, approché de la médaille. Ces dernières empreintes se font avec tant de facilité et de perfection, que désormais cette expérience peut prendre place dans les cours, comme un exemple intéressant des répulsions électriques.

4° Les empreintes hydrothermiques ont cela de curieux, bien que ces faits soient depuis longtemps connus, que le souffle de l'haleine humide peut les faire reparaître un assez grand nombre de fois, même après que l'eau en s'évaporant semble avoir emporté avec elle l'image primitive. Cette circonstance est due à ce que la surface de tous les corps est recouverte d'une substance organique, soluble dans l'eau et éminemment hygrométrique.

5° Si l'on nettoie avec soin une plaque polie de verre ou de métal (les plaques daguerriennes réussissent parfaitement), on ne la prive pas pour cela de la couche organique qui la tapisse, on ne fait que l'étendre avec plus de régularité. La vapeur alors y adhérera en globules très-fins et réguliers, auxquels la réflexion de la lumière communique une couleur blanche. En s'évaporant, ces globules modifient et disposent en mamelons coniques la substance organique, qui permettra ainsi aux nouvelles couches de vapeur de réfléchir différemment la lumière, la forme globulaire des particules de vapeur disparaissant de plus en plus pour passer à une forme plus aplatie, ainsi que le microscope le fait connaître. La teinte des couches successives de vapeur insufflées passe ainsi du blanc au sombre. Cette dernière propriété est facilement mise en évidence en employant une plaque de plaqué bien nettoyée; on la cache tout entière au moyen d'un écran, à l'exception d'une bande de 1 centimètre de large, que l'on expose rapidement au souffle de l'haleine humide, ou mieux à la vapeur sortant d'un vase plein d'eau tiède. On découvre une nouvelle bande de 1 centimètre, qu'on expose à l'action de la vapeur avec la première, et ainsi de suite pour des bandes successives, en ayant soin de se tenir toujours à la même hauteur au-dessus du vase pour recevoir la vapeur d'eau. La plaque ainsi préparée, si l'on insuffle légèrement l'haleine humide sur elle, on voit se produire une gamme de bandes qui vont du blanc au brun, la plus brune étant celle qui a reçu le plus de fois l'action de la vapeur. Ces gammes se produisent sur certains verres et même sont visibles à l'œil.

6° On conçoit, d'après ces faits, comment se forme l'empreinte hydrothermique, et comment elle finit par disparaître après une succession de condensations de vapeurs plus ou moins nombreuses, suivant que la première empreinte est plus ou moins parfaite, suivant que la source d'où émane la vapeur est plus ou moins voisine de la plaque; cette dernière cause est la plus énergique.

7° On peut voir et étudier facilement les empreintes hydrothermiques sans recourir à la condensation de la vapeur d'eau. il y a deux moyens à suivre : 1° le procédé d'une action chimique se produisant sur l'empreinte primitive sitôt qu'elle vient d'être formée, et il n'y a ici que l'embarras du choix. M. Bertot a cité l'ammoniaque pour les empreintes produites sur cuivre, mais ce procédé ne m'intéressait pas, puisqu'il ajoutait un corps étranger à la substance organique; 2° l'emploi de la réflexion totale. Si sur l'hypoténuse d'un prisme rectangle et isocèle parfaitement pur, de 2 centimètres de longueur, on produit une empreinte hydrothermique, les modifications inégales de la substance organique qui recouvre la surface hypoténuse devront exercer leur influence sur les rayons lumineux qui arriveront à l'œil après avoir subi la réflexion totale, et on devra apercevoir nettement l'image. Effectivement, en se plaçant devant une fenêtre bien éclairée, mais cependant en renvoyant à l'œil l'image d'un objet

(1) Il faut que le contact de la pièce de monnaie avec la plaque polie soit très-court.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sombre, tel que le montant de la croisée, l'image est parfaitement visible, ce qui se conçoit parfaitement d'après les notions les plus simples des lois qui président à la réflexion totale.

8° En mettant sur le bout du doigt, soit de l'eau, soit de l'alcool, soit de l'ammoniaque, etc., on voit, en approchant le doigt du prisme, l'image se développer plus vive, comme dans les cas précédemment indiqués, et disparaître lorsque le liquide s'évapore.

9° On peut, avec une aiguille légèrement aplatie, enlever la substance organique qui produit l'image, et nettoyer ainsi à volonté telle partie de la surface que bon semble.

10° Nettoyez le prisme avec du coton bien propre et de la vapeur d'eau, l'image s'obtiendra avec plus de peine et le prisme apprendra qu'elle est incomparablement moins marquée, souvent même presque invisible.

11° Les verres de diverses couleurs ne sont pas également propres aux empreintes hydrothermiques. Ceux qui réussissent le mieux sont les verres colorés en hyacinthe par l'antimoine. Sur ces verres, ainsi que sur quelques autres, les images sont visibles sans condensation de vapeur.

12° Soumises sur des plaques de verre à l'action de la chaleur portée jusqu'au rouge naissant, ces empreintes ne sont pas détruites, elles sont sensiblement moins visibles, mais elles sont peut-être plus persistantes ; la substance semble avoir été carbonisée ; il y a dans cette voie des recherches et des observations microscopiques ultérieures que je n'ai pas terminées.

13° Si pour faire ces expériences, au lieu d'eau, on emploie l'essence de térébenthine, l'empreinte faite sur verre hyacinthe est visible, mais la vapeur d'eau ne la fait pas renaître : la vapeur de térébenthine semble seule posséder cette propriété ; l'expérience est difficile.

14° Si sur une plaque de plaqué, parfaitemant nettoyée, on laisse une médaille ou pièce de monnaie pendant une nuit, le lendemain l'empreinte apparaît sur la plaque par le souffle de l'haleine.

15° Cette expérience réussit dans le vide. Dans ces deux cas, l'empreinte est mieux marquée si la médaille est placée sur la plaque, lorsque celle-ci est de 10 ou 20 degrés plus froide qu'elle. L'expérience réussit également bien, que la médaille soit ou non recouverte d'un enduit favorable au rayonnement, de noir de fumée par exemple.

16° L'expérience réussit encore malgré tous les soins possibles pour mettre la médaille et la plaque à la même température. Voici ce qui a été fait : dans une grande salle où la température ne varie pas d'un degré dans la journée, on a mis une cuve en glace pleine d'eau, avec des thermomètres à maxima et minima ; puis sur un morceau de liége qu'une cloche en cristal pleine d'air, et renversée, maintenait au milieu de l'eau, on avait placé la médaille et la plaque. Les thermomètres n'ont pas indiqué de variations dans la température; l'expérience a réussi avec des médailles noircies et non noircies.

17° Si lorsqu'on a fait sur une plaque de plaqué une empreinte hydrothermique, on la passe à l'iode et on l'expose au soleil, les parties sur lesquelles le rayonnement de vapeur a eu lieu sont moins sensibles, et l'image apparaît. La gamme hydrothermique du n° 5, iodée et exposée au soleil, présente les mêmes résultats; les bandes qui ont été le plus souvent soumises à l'action de la vapeur sont moins sensibles et noircissent le moins vite.

18° Enfin si une plaque bien nettoyée est placée dans une chambre obscure et reçoit pendant un temps qui varie de un à deux jours l'image d'une vue bien éclairée, on obtient une image hydrothermique que le souffle de l'haleine rend apparente. Si la moitié de la plaque avait été nettoyée soigneusement avec de la vapeur d'eau et du coton, l'image sur cette partie ne se montre pas quoique tracée sur l'autre.

19° Je n'ai pas encore pu réussir à répéter avec succès l'expérience de M. Masson et celles de M. Karsten.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Description de diverses machines-outils employés dans quelques grands ateliers de construction en Angleterre (1).

(Suite.)

V. *Gros tour parallèle des ateliers de MM. Maclea et March, constructeurs à Leeds.*

Les fig. 11 et 12, pl. T. 13, représentent, la première une vue en élévation par devant de la poupée fixe, avec une portion des organes du mouvement de translation d'un tour pouvant aléser ou tourner des objets de 1m.20 de diamètre.

Les fig. 13 et 14 sont des vues en élévation longitudinale et transverse de la poupée mobile ou à pointe, et d'une portion de ces mêmes organes du mouvement de translation. On y voit les coussinets ou chairs sur lesquels cette poupée est montée.

Il est inutile de donner une description détaillée de ces deux pièces, parce qu'elles sont en tout semblables à celles des tours ordinaires; à l'exception toutefois de la manière dont les engrenages de la tête pour le renversement du mouvement sont mis en prise et hors de prise. Cette opération s'exécute à l'aide d'un arbre sur lequel les roues dentées de ce mouvement sont fixées, et qui se meut à ses extrémités sur des boutons excentriques, ainsi qu'on le voit en A, fig. 12.

La fig. 15 représente en plan le banc. On y voit comment la crémaillère qui fait mouvoir le chariot se trouve placée.

La fig. 16 est une coupe transverse de la même pièce où l'on distingue les rails triangulaires et plats C et D, sur lesquels se meut le chariot, fig. 23 et 24.

La fig. 17 est une vue en plan et en coupe de la face postérieure de la moitié du plateau taraudé qu'on monte sur l'arbre du tour.

Fig. 18. Coupe et plan de la partie postérieure de l'anneau qu'on adapte sur ce plateau.

Fig. 19. Vue de face et de profil d'une petite plaque de mandrin.

Les fig. 20, 21, 22, sont respectivement des vues en plan et en élévation de face et latérale du support à chariot où l'outil peut recevoir un mouvement suivant deux directions transverses, indépendamment des mouvements que le support tout entier peut exécuter sur son chariot B.

La fig. 23 représente le grand chariot qui est mobile suivant une direction longitudinale sur le banc, fig. 15 et 16, et porte pour cela des rainures de forme correspondantes aux rails C et D de ce banc. Cette disposition sera plus aisée à comprendre à l'inspection de la fig. 24, qui représente en élévation latérale ce chariot qui se meut, soit mécaniquement, soit à la main. E est le bout d'un arbre qui règne transversalement par dessous, et sur lequel est calé un pignon d'angle qui mène une roue conique sur la face inférieure de laquelle est fixé le pignon F qui engrène dans la crémaillère de la fig. 15. Quand on veut faire mouvoir le chariot à la main, on adapte une manivelle sur l'extrémité de cet arbre E, et le mouvement qu'on imprime ainsi au pignon d'angle est transmis à la roue conique, qui entraîne dans sa rotation le pignon de crémaillère F.

On voit dans la fig. 25 la coupe de la roue d'angle et de ce pignon de crémaillère.

On aura une idée plus exacte de la manière dont s'exécute le mouvement automatique de la machine en jetant un coup d'œil sur les fig. 11 et 12, où G est un petit cône de poulies de différents diamètres, qui reçoit son mouvement de rotation de l'arbre du tour au moyen d'un couple de roues dentées et le transmet par une courroie sans fin à un autre cône de poulies H, sur l'axe duquel est un pignon qui fait tourner dans un sens ou dans un autre la roue dentée, suivant qu'on fait engrener un seul ou les deux petits pignons intermédiaires placés entre H et I.

La roue dentée I est fixée à l'extrémité d'un axe carré qui s'étend sur toute la longueur du banc. Sur cet axe est enfilée une vis sans fin, mobile dans le sens de son axe, qui tourne avec lui et qui engrène dans la roue à denture oblique K établie sur le bout de l'arbre transverse E, fig. 13 et 14, qui imprime alors au chariot un mouvement semblable à celui qu'on lui donnerait à la main.

Les fig. 26 et 27 sont des vues en élévation des extrémités respectives antérieure et postérieure du chariot, fig. 23.

La vis sans fin dont il a été question ci-dessus, et qui est mobile dans le sens

(1) Voyez *le Technologiste*, tome IV, p. 364, 365, 415 et 416.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de son axe, est embrassée par un petit coussinet L qu'on voit dans les fig. 24 et 27 ainsi que dans la fig. 13, qui peut se mouvoir sur une coulisse perpendiculaire boulonnée sur le chariot. La vis sans fin se trouve donc entraînée avec le coussinet le long de l'axe carré dont il a été fait mention plus haut. En M, fig. 27, on aperçoit une petite tige excentrique qui, étant en rapport avec le levier O, engrène ou désengrène la vis sans fin et la roue K ; le mouvement est imprimé à M par une barre à l'extrémité de laquelle la tige est implantée et qui passe dans une direction transverse, c'est-à-dire parallèle à l'arbre E sous le banc. Cette barre porte à l'autre bout une poignée qu'on voit en P, fig. 26, qu'un ressort S maintient dans une position convenable.

La fig. 28 est une vue par un des bouts, puis, par dessous, d'une plaque qui porte le support à chariot. On en voit la projection en T dans la position où elle doit fonctionner sur le chariot de la fig. 23 où elle est maintenue en place par un boulon qui traverse chaque extrémité, et qui de l'autre côté porte un écrou de serrage à oreille V, fig. 28, qui sert à la fixer sur la face inférieure du chariot.

VI. *Machine à raboter et à planer dans les deux sens, des ateliers de MM. Maclea et March, ingénieurs constructeurs à Leeds.*

Cette machine, dont nous ne décrirons que les principaux détails, est représentée en élevation, vue de face dans la fig. 1, pl. T 17, et en élévation latérale dans la fig. 2, après avoir brisé une portion du bâti.

De même que la plupart des machines à raboter qui sont en usage, celle en question est établie sur un banc ou sommier *a* soutenu par des pieds à chaque extrémité, la face supérieure est évidée au milieu et porte de part et d'autre des arêtes ou rails taillés en biseau ou en double V renversé sur lesquels doit courir la table *b*.

Les arbres de tous les engrenages du mouvement, etc., sont portés par le banc seulement sur lequel on a disposé pour cela de grandes consoles ou de longs coussinets.

Sur la face inférieure de la table mobile *b* on a fixé des loquets**, fig. 1, par une vis qui traverse chacun d'eux. Ces loquets sont au nombre de quatre, ou deux à chaque extrémité ; ils sont destinés à être poussés sous des saillies angulaires que forment les rails en V de chaque côté du sommier *a* et à empêcher que la table *b* ne soit soulevée et ne sorte de ces rails.

Les poulies *i*, *k* et *l* placées à l'extrémité de l'arbre sont mises en mouvement par deux courroies, l'une droite et l'autre croisée. La poulie *k* est calée sur l'arbre, les deux autres *i* et *l* sont folles et ont deux fois la largeur de celle *k*.

Il résulte de cette disposition que les courroies étant de même largeur que la poulie *k*, et disposées comme on le voit au pointillé dans la fig. 1, la machine reste au repos pendant le temps que les poulies folles et les courroies tournent avec activité.

On met la machine en mouvement en dégageant le crochet *z* et en faisant mouvoir à la main la plaque *f* au moyen de la poignée H. Cette plaque porte sur son plan postérieur deux joues *y* venues de fonte entre lesquelles un petit curseur sphérique placé à l'extrémité d'un levier coudé *g* se meut alternativement de droite et de gauche entraîné par le mouvement d'oscillation de la plaque *d*. Ce levier est mobile sur son centre ou axe placé à son coude, et est articulé à l'autre bout avec une barre plate *h*. Cette barre est établie elle-même sur les extrémités de deux autres barres qui peuvent glisser dans des trous percés dans l'épaisseur du banc *a* et qui le traversent ; l'une de de ces barres sert simplement de guide à l'autre, et c'est sur la dernière que sont fixés les guides par lesquels passent les courroies motrices, mais qu'on n'a pas représentés dans les figures.

Il est donc aisé de voir que quand on fait mouvoir la plaque *f* sur son axe dans la direction indiquée par la flèche, on fera de même entrer en action les diverses parties de ce mécanisme qui tendent à rejeter la courroie droite de *i* sur *k* pour faire marcher la machine dans un sens, et qu'en la faisant mouvoir dans une direction opposée c'est-à-dire en arrière, le mécanisme jettera la courroie de *l* sur *k* pour renverser le mouvement.

La machine est automatique, c'est-à-dire qu'elle marche mécaniquement au moyen des buttoirs *dd* que porte l'arête *c* sur un des côtés de la table mobile *b*. Ces buttoirs peuvent être transportés en un point quelconque de la longueur totale de la table au moyen d'une vis d'ajustement, afin d'obtenir un coup de burin plus ou moins long ; ils viennent frapper alternativement sur les enfourchements du levier *e* mobile sur un centre *o* et le font basculer suivant l'une ou l'autre direction pour communiquer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le mouvement alternatif de rotation à la plaque *f* par le moyen de la bielle de communication *v*, afin d'opérer le changement des courroies.

La tige verticale *q* est attachée par le bas excentriquement à la plaque *f*, mais son extrémité supérieure glisse dans un guide A par le mouvement alternatif de cette plaque. Sur cette tige *q* est articulée une tige plus courte reliée elle-même à une plaque-levier *r* qui tourne librement sur l'extrémité de la vis *t*. Sur cette plaque *r* est un petit cliquet qui s'engage dans les dents de la roue N fixée au moyen d'une clef à l'extremité de la vis *t*. Lorsque la tige *q* est soulevée par le mouvement de la plaque *f* elle fait tourner la plaque-levier *r* sur son centre, alors le cliquet fait avancer la roue N et par conséquent la vis *t* établie dans le châssis transversal *u*; elle fait donc mouvoir ainsi l'équipage du porte-burin *w* à chaque coup de la machine.

A la plaque-levier *r* est en outre attachée excentriquement une petite barre dont l'autre extrémité est liée exactement de la même manière à une autre plaque-levier ayant son cliquet, sa roue dentée *s* et montée sur une seconde vis correspondante *t*, de façon qu'il est facile de comprendre comment les équipages des deux burins cheminent d'une manière parfaitement égale et simultanément.

Rapport fait à la Société d'Agriculture de Châlons-sur-Marne, sur la turbine de M. Fontaine, ingénieur mécanicien à Chartres.

Par M. TAFFE, professeur à l'Ecole des Arts et Métiers.

Quand de nouvelles machines s'établissent dans un pays, il faudrait toujours, dans l'intérêt de l'industrie, les faire connaître si elles sont bonnes, tout le monde pourrait en profiter; et si elles sont reconnues mauvaises, les inventeurs feraient moins de dupes. En venant donc vous entretenir d'une turbine d'invention toute récente que l'on a établie depuis peu de jours au moulin à farine de Vadenay, je crois rendre service aux propriétaires d'usines, et sous ce rapport, je suis sûr que ma communication sera bien accueillie.

Tous les ans les élèves de la première division de l'Ecole d'arts et métiers vont chercher dans les usines des environs de Châlons quelques applications des sciences qu'ils étudient, indépendamment de celles en grand nombre qu'ils trouvent dans le sein de l'école. Ils ont visité le moulin de M. Candelot et ont examiné avec le plus grand soin les deux turbines qui font marcher sept des huit paires de meules qui s'y trouvent, et ils ont pu conduire à bout l'opération qu'ils ont faite sur l'une d'elles. L'une de ces turbines est celle de M. Fourneyron, roue déjà ancienne, dont on connaît l'effet utile, qui est de 70 à 75 p. 100. L'autre est celle de M. Fontaine, qu'il nous importait de bien connaître.

Dans la première de ces turbines, l'eau est conduite de l'intérieur à l'extérieur par des palettes courbes fixes dans des palettes courbes mobiles dirigées en sens contraire, et situées circulairement les unes à la suite des autres, dans le sens horizontal, de sorte que l'eau qui sort des premières avec une vitesse due à la hauteur de la chute, reçoit un accroissement de vitesse par la quantité d'action que développe la force centrifuge, depuis le point de l'entrée de l'eau dans l'aube mobile jusqu'au point de sortie de cette même eau.

Dans la turbine Fontaine ce sont encore des aubes courbes qui conduisent l'eau dans des aubes courbes, mobiles; elles sont aussi dirigées en sens contraire comme dans la turbine Fourneyron; mais les premières sont placées au-dessus des autres sur le pourtour d'un anneau, de sorte que le très-faible accroissement de vitesse que l'eau acquiert depuis son entrée dans chaque aube mobile jusqu'à son point de sortie, n'est plus dû au travail mécanique développé par la force centrifuge, mais bien à celui développé par la gravité.

Un avantage incontestable de cette turbine, indépendamment de celui qu'elle a de produire un effet utile, supérieur à celui de la turbine Furneyron, comme je vais le prouver, c'est la place du pivot de l'arbre de la roue qui est tout à fait hors de l'eau. Un arbre vertical est fixé solidement sur le sol, et c'est sur le point supérieur de cet arbre que s'opère la rotation de la roue, au moyen de bandes de fer qui, partant de ce point, vont se fixer à la roue. Il résulte de cette disposition beaucoup moins de dépenses pour établir la roue et des réparations beaucoup plus faciles à exécuter quand elles ont lieu vers le pivot de la machine.

Après avoir fait désengrener toutes les roues qui transmettent le mouvement aux différentes parties du moulin, nous avons appliqué le frein sur l'arbre de la turbine, le nombre de tours que celle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ci faisait était de 36 par minute, quand le moulin fonctionnait, comme quand le travail du frottement du frein remplaçait le travail utile et celui de toutes les résistances nuisibles dû à la transmission du mouvement. Le bras de levier du frein étant de $1^m.82$, la vitesse du point d'application du poids total placé sur le plateau = $6^m.86$, et comme ce poids total était de 92 kilogr., le travail mécanique développé sur l'arbre de la roue a été trouvé de 631 kilogramètres 12, ou 8,41 chevaux-vapeur.

Pour avoir la dépense d'eau, M. Candelot a fait faire un barrage en aval du moulin, qui avait 2^m30 de long pour établir un déversoir ; quand le niveau de l'eau a été fixé, j'ai pris sa hauteur sur le seuil, avant la dépression du fluide, ce qui a donné une vitesse de $2^m.22$, cette vitesse, multipliée par $2^m.30$, par $0_m.250$ (1) et par le coefficient de la dépense 0,38, nous avons trouvé 0 mèt. cub. 485 ou 485 litres d'eau par seconde. La difference du niveau d'amont et d'aval ayant été trouvée très-exactement de $1^m.65$, en multipliant ce nombre par 485, nous avons eu pour le travail absolu de l'eau, 790 kilogramètres 55; enfin, en divisant 631,12 par 790,55, nous avons trouvé 0,798 pour l'effet utile, c'est-à-dire que cette roue rend au moins les 79 p. 100, au lieu de 70 à 73 que rendent la turbine Fourneyron, et les meilleures roues verticales qui sont les roues à augets et celles dites de côté avec déversoir.

Quand il s'agit de produits d'usines, quand un industriel peut compromettre sa fortune en établissant ses calculs sur une base fausse, on ne saurait trop multiplier les expériences pour lui procurer des données certaines ; aussi je verrais avec plaisir qu'on s'occupât de semblables opérations dans d'autres moulins. Tout ce que je puis dire avec vérité, c'est que celle que nous venons d'exécuter à Vadenay a été conduite avec tous les soins possibles, et que tous les nombres qui en ont été le résultat et que je viens de faire connaître, ont pu être vérifiés par cent personnes, y compris M. Candelot, qui a été constamment avec nous.

En nous résumant, nous dirons donc qu'avec la turbine Fontaine on profite encore mieux du travail mécanique d'une chute d'eau donnée qu'avec la turbine Fourneyron ; qu'en raison de la position du pivot de la roue, les frais de son établissement peuvent coûter beaucoup moins, et que les réparations de ce pivot ou des parties qui en sont voisines deviennent aussi beaucoup plus faciles. J'ajouterai à ces considérations que la turbine Fontaine coûte à peu près moitié moins que l'autre pour la même force, qu'elle marche également noyée et qu'elle occupe aussi fort peu de place.

(1) Différence entre le niveau du seuil et celui de la surface générale à l'amont du déversoir.

Notice sur le tireur mécanique de MM. Dupasquier-Roulet pour l'impression à la planche des toiles peintes.

Par M. SCHLUMBEYER.

(*Extrait du Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n.* 80.)

Depuis longtemps on a cherché à remplacer par un moyen mécanique le travail que font des enfants pour étendre et égaliser les couleurs dans les châssis pendant l'impression à la planche des toiles peintes. Dans une note que M. A Scheurer et moi avons communiquée à la Société en 1857, nous avions présenté la description et le plan d'un tireur mécanique qui fonctionnait alors dans un établissement de Manchester, mais nous avions en même temps signalé l'emploi limité de ce mécanisme, qui exigeait d'ailleurs d'assez grands frais d'établissement.

Je viens aujourd'hui vous entretenir d'un nouveau tireur mécanique inventé et employé déjà en 1857, sur une grande échelle, dans l'établissement de MM. Dupasquier Roulet, à Cortaillod, près Neuchatel (Suisse). De concert avec M. Witz-Kœnig, de Cernay, ces messieurs ont pris, en juin 1858, un brevet d'importation, et en avril 1840 un brevet de perfectionnement sous le nom de Witz-Kœnig et Dupasquier-Roulet. La durée du brevet est de dix ans.

Dans l'imprimerie de MM. Dupasquier-Roulet, qui se compose de 200 à 300 tables, on a remplacé tous les enfants sans exception par ce nouveau tireur mécanique, qui paraît fonctionner à l'avantage et à la convenance des chefs et des ouvriers, quoique ceux-ci aient été obligés d'en supporter les frais d'établissement.

Dans l'intention d'examiner le mérite et la valeur de ce tireur mécanique, MM Dolfus-Mieg et comp., de cette ville, en ont fait construire six d'après les plans et les modèles fournis par M. Witz-Kœnig. Ces six tireurs mécaniques fonctionnent depuis plus d'un an, et afin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'en obtenir immédiatement le meilleur résultat possible, on avait engagé un ouvrier qui avait déjà travaillé avec ces tireurs pendant plusieurs années dans l'établissement même de Cortaillod.

Je crois être agréable à la Société en lui communiquant une description et un plan de cet appareil, et en rapportant les avantages et les inconvénients que j'ai pu observer par sa comparaison avec le travail fait par les enfants tireurs.

Ce tireur mécanique se compose essentiellement de deux racles en bois *aa'* (fig. 4, pl. 50), qui se meuvent dans un châssis ordinaire par un mouvement de va-et-vient, mis en train par le pied de l'imprimeur.

A cet effet, il se trouve comme à l'ordinaire à côté de la table de l'imprimeur, un baquet carré B, contenant la fausse couleur et le chassis en toile cirée C. Dans celui-ci est un châssis en drap de laine E comme pour le tirage à la main; mais ce châssis est fixé aux quatre côtés du baquet, ce qui le maintient dans sa position. Dans ce châssis fonctionnent les deux racles en bois *a*, *a'*, dont l'une, tirant la couleur pour l'impression, est recouverte dans quelques cas d'un morceau de drap de laine.

Ces deux racles sont mobiles et se plient suivant la marche qu'on leur imprime; elles sont attachées au moyen de deux charnières à deux lattes fixées au moyen de vis à une traverse H. Ces deux racles sont disposées de manière à s'appuyer sur le drap du châssis.

La traverse supportant les racles se trouve munie de quatre petites roues qui roulent sur deux rails en fer fixés des deux côtés du baquet.

Les racles sont tirées en avant par des cordes passant sur des poulies, et celles-ci communiquent par une autre corde avec une pédale S fixée au bas de la table de l'imprimeur. L'ouvrier communique le mouvement au tireur en posant le pied sur cette pédale et en l'abaissant jusqu'au plancher.

Deux contrepoids attachés au côté opposé ramènent la traverse et les deux racles aussitôt que l'imprimeur retire le pied de la pédale.

Ce mécanisme ainsi disposé, on verse dans le châssis une certaine quantité de couleur, qui, après quelques mouvements du tireur, s'accumule entre les deux racles et laisse la surface du châssis imbibée et chargée de la quantité de couleur que l'imprimeur aura réglée en élevant ou abaissant la toile.

Il importe, pour cet appareil, que la fausse couleur du baquet soit toujours d'une certaine viscosité, afin que le châssis puisse s'y placer bien de niveau, sans plier, et avec l'élasticité nécessaire.

L'imprimeur, avant de commencer son travail, doit étudier la pose convenable des racles, de manière à n'avoir ni trop ni trop peu de couleur, et pour la distribuer également dans le châssis. Pour des impressions délicates et fines on emploie généralement des racles en bois nu; tandis que pour quelques autres genres d'impression l'ouvrier devra recouvrir l'une de ses racles avec un drap de laine plus ou moins fin, suivant la nature de la couleur, et suivant la plus ou moins grande quantité de cette couleur qu'il voudra tenir dans son châssis. Ces arrangements demandent de l'habitude et de l'exactitude de la part de l'imprimeur, qui devra apporter beaucoup plus de soin à la bonne disposition de son châssis que pour le tirage à la main.

Le chassis ayant été convenablement disposé, les couleurs s'y tirent parfaitement bien et s'y distribuent très-également, et surtout invariablement. En comparant le châssis à un autre tiré à la main, on remarque une différence notable en faveur de celui tiré à la mécanique.

Le mouvement des tireurs produit par la pose du pied sur la pédale doit avoir lieu en même temps que l'imprimeur frappe avec la main ou avec le maillet sur la planche gravée au moment de l'impression, sans quoi il y aurait perte de temps.

Les ouvriers ne s'habituent pas facilement à ce travail simultané du pied et de la main, de manière qu'au commencement, et même pendant quelque temps, les imprimeurs fournissent moins d'ouvrage qu'ils n'auraient fait avec l'aide d'un enfant tireur. Mais, sitôt que les imprimeurs ont pris cette habitude, ils ne trouvent plus de différence dans le produit du travail et ils gagnent facilement la paye des enfants tireurs.

Quelques établissements qui font usage de ce tireur, s'en servant pour tous les genres d'impressions, nous devions attribuer un grand succès à cet appareil pour nos fabriques d'impressions; et d'autant plus que la nouvelle loi sur le travail des enfants pourrait apporter quelques obstacles à trouver un assez grand nombre d'enfants tireurs dont le travail en été dure généralement jusqu'à 11 heures par jour. Cette loi obligerait ainsi à n'admettre que des enfants au-dessus de 12 ans.

Mais en examinant plus attentivement l'emploi de ce tireur, nous trouvons que les avantages qu'on lui reconnaît de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prime abord ne se réalisent pas pour tous les genres de fabrication.

Sans doute, il y a six ans environ que ce tireur mécanique eût été d'une grande utilité pour la plupart de nos ateliers d'impression et qu'il fût devenu même indispensable, si alors la loi sur le travail des enfants avait été promulguée et exécutée. Mais depuis ce temps la condition de l'impression à la main a complétement changé de base par l'introduction de la Perrotine dans presque toutes nos fabriques d'indiennes ; ces machines ayant remplacé en très-grande partie l'impression à la main. Le petit nombre d'imprimeurs qu'on occupe encore à ce genre de travail font principalement soit des rentrures, soit des impressions sur laine, pour lesquelles, comme je le dirai tout à l'heure, le tireur mécanique ne présente que peu ou point d'utilité.

Avec le tireur mécanique, les changements de couleurs, et par conséquent de châssis, exigent beaucoup plus de temps et de soins qu'il ne faudrait si la couleur était tirée à la main. Car, pour le tireur mécanique, le changement de châssis nécessite encore un changement de racles, pour lesquelles il faut beaucoup d'exactitude et de tâtonnements jusqu'à ce qu'elles soient convenablement placées.

Il convient donc de faire changer le moins possible de couleur lorsqu'on se sert du tireur mécanique ; ce qui généralement ne peut s'observer dans les ateliers où l'on fait un grand nombre de genres d'impressions et que les premières impressions se font à la Perrotine ou au rouleau. Dans ces ateliers, qui se réduisent pour ainsi dire au rentrage, il n'est pas rare de voir des ouvriers changer presque tous les jours de couleurs. Dans ce cas nous sommes forcés d'avouer que le tireur mécanique n'est que très-peu avantageux.

Pour les impressions à la planche de tissus de laine ou de soie nous trouvons un autre obstacle qui s'opposera souvent à l'emploi du tireur mécanique.

Lorsque les impressions de ces tissus présentent des difficultés de rentrage, on les imprime souvent sur des tables de 10 à 12 mètres de longueur pour lesquelles on a des châssis mobiles, roulant le long de la table sur des rails en fer ; et là il serait impossible d'appliquer le tireur mécanique.

Dans d'autres cas, les impressions des tissus de laine ou de soie se font en imprimant et en rentrant deux autres couleurs successivement sur la même tablée, en changeant alors chaque fois de châssis ; ce qui rend encore l'application de ce tireur impossible à moins d'y adapter des changements qui permettraient de tirer en même temps deux ou trois paires de racles dans autant de châssis placés dans le même baquet.

Il est d'autres cas où les enfants sont indispensables pour aider aux imprimeurs dans leurs travaux. C'est ainsi que les impressions sur des tissus trop légers, comme organdi, gaze, balzorine et barége demandent beaucoup de soins pour arranger et poser ces tissus sur la table. C'est surtout lorsqu'on imprime ces tissus de dessins chargés ou à fonds qu'il devient indispensable d'avoir un aide.

L'impression des châles ou des mouchoirs nous paraîtrait aussi devoir éprouver des retards, lorsque l'ouvrier n'est pas secondé par un enfant ; mais nous savons que dans la manufacture de M. Hinnerwadel à Lentzbourg (Suisse) on imprime tous les châles à l'aide de ce tireur mécanique et que les ouvriers fournissent actuellement la même quantité de travail qu'ils en faisaient auparavant à l'aide des enfants tireurs.

Nous avons également vu de belles impressions en fonds imprimés à l'aide du tireur mécanique dans la manufacture de Coztaillod. Pour ce genre d'impression on remplace les deux racles du tireur par deux rouleaux de $0^{m}.02$ de diamètre recouverts d'un drap de laine. L'un d'eux est muni d'un rochet qui permet à ce cylindre de rouler pendant l'allée du chariot et de rester fixe pendant le retour. L'imprimeur fournit lui-même de temps en temps la couleur au châssis au moyen de fils de cuivre recourbés en ∪ fixés dans une planche et qui plongent dans les cases remplies de diverses couleurs. Lorsque les couleurs fondues sont très-rapprochées on emploie de préférence des cylindres cannelés.

On pourrait encore objecter que le tirage de la couleur à la main sert d'apprentissage aux enfants qui observent ainsi la manière d'imprimer ; mais nous pensons que cette circonstance ne devrait pas être un obstacle à l'adoption des tireurs mécaniques puisque tout individu qui aurait un peu d'aptitude pour ce travail, se mettrait bientôt au courant des petits détails auxquels le tireur peut s'initier pendant l'exercice de son travail.

Il nous reste encore à signaler quelques observations que nous avons eu l'occasion de faire dans l'emploi de ce tireur.

Pour les dessins chargés de picotages,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on remarque que pendant l'impression à la main les picots se chargent peu à peu de couleur et s'enveloppent d'un léger dépôt. Cet inconvénient oblige l'imprimeur à brosser plus ou moins souvent sa planche suivant l'état hygrométrique de l'air et suivant la nature de la couleur.

Avec le tireur mécanique, qui fournit toujours au châssis, pendant le travail, une quantité égale de couleur, on n'obtient dans ce cas et pour ce genre de dessin, qu'une impression très-inégale, lorsque l'ouvrier est peu habitué à ce mécanisme. Chaque fois que la gravure est brossée et que les picots se trouvent très-nets et très-propres, on produit une impression plus fine et plus foulée que n'est celle faite immédiatement avant.

Mais l'imprimeur un peu intelligent se rendra bientôt maître de cet obstacle. Par exemple après avoir brossé la planche, il donnera un peu plus de couleur à son châssis, ce qu'il obtiendra en enlevant tout d'un coup son pied de la pédale pour que les racles se retirent précipitamment. Il faudra aussi avoir la précaution de lui fournir dans ce cas des couleurs convenablement épaissies qui crassent le moins possible et se détachent avec facilité de la planche.

L'imprimeur avec le tirage à la main obvie à cet inconvénient et fournit une impression très-belle et très-égale. Dans ce cas l'imprimeur a soin d'amener une compensation en faisant mettre par l'enfant tireur un peu de nouvelle couleur dans le châssis chaque fois qu'il a brossé la gravure. Il obtient par là une impression de picotage un peu plus grosse et un peu plus fournie que n'est la gravure dans son état normal. Puis la quantité de la couleur diminuant à mesure que la gravure ou les picots de la planche se chargent de couleur, il obtient ainsi une impression de plus en plus faible par rapport aux picots, mais qui est pareille à l'impression produite immédiatement après avoir brossé la planche.

Pendant le travail du tireur mécanique, la couleur qui se trouve entre les deux racles étant soumise à un mouvement continuel, devient quelquefois très-écumeuse suivant la nature de l'épaississant. Dans ce cas on n'obtient qu'une mauvaise impression ; mais on obvie facilement à cet inconvénient, en frottant tous les matins la partie intérieure des deux racles avec du suif ou du saindoux.

La présence de cette faible quantité de matière grasse suffit pour empêcher les couleurs d'écumer, et alors elles s'impriment beaucoup plus facilement et avec plus de netteté. Cette petite précaution devient surtout indispensable pour les impressions à picotage, comme dans le cas que nous avons signalé plus haut.

Il convient même d'employer ce moyen généralement pour toutes les couleurs et pour tous les genres de dessins.

Les impressions de tissus de coton présentent encore quelques inconvénients, lorsqu'on imprime des dessins extrêmement légers qui exigent de très-minimes quantités de couleurs par jour, et surtout alors si les couleurs sont de nature à s'altérer par le contact trop prolongé de l'air.

C'est ainsi que dans les circonstances précédentes, les mordants d'acétate d'alumine faible se décomposent dans le châssis par l'effet d'un dégagement d'acide acétique; que les mordants d'acétate de fer s'y altèrent par suite d'un pareil dégagement d'acide, et en même temps par une peroxidation du sel de fer; que les couleurs au cachou ou à l'indigo désoxidé s'oxident avant d'être portées sur la toile. Outre la décomposition de la couleur on trouve que, dans ces circonstances le châssis se dessèche vite et que la couleur qui s'y trouve devient gluante et ne fournit plus qu'une impression imparfaite. Dans ces différents cas, on n'obtient généralement qu'un mauvais résultat. Les couleurs sont râpées ou plus claires ou bien il n'y a aucune combinaison de la couleur altérée avec la toile.

On ne peut obvier à cet inconvénient qu'en raclant assez souvent la couleur du châssis pour la remplacer par la nouvelle couleur. Cette altération dans le châssis est quelquefois si rapide, surtout pendant les temps chauds et secs, qu'il faut opérer les changements de couleur toutes les demi-heures et jeter comme hors d'usage celles qui se trouvaient dans le châssis. Cette perte assez faible, lorsque le tirage se fait à la main, devient au contraire plus considérable avec les tireurs mécaniques où une assez grande quantité de couleur se trouve toujours entre les deux racles.

On pourrait éviter cette trop grande perte en rapprochant dans ces cas, les deux racles du châssis. Du reste, avec le tirage à la mécanique on trouve que dans plusieurs cas l'altération de la couleur est plus faible qu'avec le tirage à la main ; il en est de même pour la trop prompte dessiccation du châssis, qui est imprégné après chaque coup de racle du tireur mécanique d'une nouvelle couche de couleur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin nous ferons encore observer que le tirage mécanique exige plus de drap pour la confection des châssis qu'il n'en faut pour le tirage à la main. Nous employons généralement pour les rentrures, de petits morceaux de drap d'une surface un peu plus grande que celle de la planche sans l'encadrer, et qu'on étend simplement dans le châssis de toile cirée. Avec le tireur mécanique il faut un châssis beaucoup plus grand et un cadre pour chaque drap.

Malgré les inconvénients du tireur mécanique, que nous avons signalés, nous reconnaissons l'utilité de cet appareil, hors les cas exceptionnels que nous avons cités. Il présente une économie de main-d'œuvre et produit un travail plus régulier que celui fait à la main. A ces avantages nous devons encore ajouter qu'il y a beaucoup plus d'ordre dans un atelier où il n'y a pas d'enfants et qu'on évite un grand nombre de taches de couleur sur les tissus, et d'autres petits accidents que produisent très-souvent les enfants tireurs.

La preuve la plus évidente d'ailleurs de l'utilité réelle du tireur mécanique est son emploi général et exclusif depuis plusieurs années dans la manufacture de Cortaillod et dans quelques autres établissements de la Suisse et de l'Allemagne, où on l'a introduit avec avantage dans plusieurs ateliers.

Les ouvriers quelque peu intelligents s'y sont habitués rapidement ; ils en reconnaissent l'avantage et préfèrent travailler au tireur mécanique qu'avec l'aide d'un enfant tireur qu'ils sont obligés de payer. Seulement, on remarque que généralement nos ouvriers mettent de la mauvaise volonté à se servir du tireur mécanique. Un manufacturier de la Suisse ayant voulu forcer ses ouvriers imprimeurs à se servir de ce tireur mécanique, a vu pendant quinze jours ses ateliers déserts. Les mêmes ouvriers reprenant peu à peu leurs travaux sans enfants tireurs préfèrent à présent ce nouveau mécanisme et ne le changeraient pas contre le tirage à la main.

Les frais d'établissement d'un tireur mécanique sont d'environ 50 fr. Les frais d'entretien presque nuls ; chaque imprimeur ayant six paires de racles qui ne s'usent pas : c'est un avantage sur le tirage à la main dans lequel les dépenses pour brosses sont assez considérables.

Description des figures.

Fig. 4, pl. 50, coupe verticale suivant la ligne 1-2 de la fig. 6 du tireur mécanique et élévation de la table d'imprimeur, vue du côté opposé à la place qu'occupe l'imprimeur.

Fig. 5. Vue par le bout ;

Fig. 6. Plan vu en dessus ;

Fig. 7. Coupe verticale et transverse de la table à imprimer faite suivant la ligne 3-4 ;

Fig. 8. Vue de face d'une des racles ;

Fig. 9. Coupe de la racle faite suivan la ligne 5-6.

Fig. 10. Élévation longitudinale du support des racles ;

Fig. 11. Coupe faite suivant la ligne 7-8 ;

Fig. 12. Rouleau en bois recouvert en drap de laine, pour remplacer les deux racles-charnières ; c'est la disposition dont on se sert pour l'impression des fondus.

Les mêmes lettres désignent les mêmes parties de la machine dans toutes les figures.

Les fig. 8, 9, 10, 11 et 12 sont sur une échelle double des autres.

A, bâti en bois composé de quatre montants verticaux réunis par des traverses horizontales A′; B, caisse en bois fixée après le bâti contenant la fausse couleur ; C, cadre en bois ou châssis de toile cirée; D, fausse couleur de la caisse; E, châssis de drap dans lequel on étend et on tire la couleur ; F, table en bois sur laquelle on place le pot contenant la couleur, pendant que l'on fait fonctionner la machine ; G, seconde table en bois fixée sur la face longitudinale de la caisse B, pouvant servir au même usage que la précédente ; H, traverse horizontale en bois servant aux racles a,a'.

Ces racles en bois a,a' sont fixées après la traverse H par deux boulons b. Chacune de ces racles est en deux parties ; la racle a' est recouverte quelquefois sur sa face postérieure d'une bande de drap, elles sont réunies à la partie supérieure par deux charnières disposées de telle sorte que pendant le travail des racles, celle qui se trouve en avant du mouvement cède au frottement sur le matelas, s'incline et ne sert alors qu'à mieux étendre la couleur, tandis que la seconde reste dans une position verticale.

I, montants verticaux en bois réunis à la traverse H. Ces deux montants passent dans deux mortaises pratiquées dans la traverse J du chariot et sont maintenues dans une position fixe par les deux vis de pression c. C'est au moyen de ces deux vis que l'on peut régler convenablement la pression des racles sur le châssis.

J, traverse horizontale en bois qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donne l'écartement aux deux côtés K du chariot, qui ont chacune à leur extrémité deux galets *e* en fonte placés dans des mortaises qui traversent l'épaisseur des chariots et pouvant rouler sur deux petits rails en fer F placés de chaque côté de la caisse B dans le sens de sa longueur ; *g* contre-poids suspendu par une petie corde à la partie postérieure du chariot destiné à ramener celui-ci en arrière lorsqu'il a été poussé en avant par l'imprimeur ; L, arbre horizontal en fer supporté de chaque côté du bâti par deux petits supports *h* ; M, poulies à gorge en bois solidaires avec l'arbre précédent ; *i*, pitons fixés sur les poulies M destinées à attacher les cordes qui lient le chariot aux poulies ; *k*, petites poulies à gorge en fonte sur lesquelles s'appuient des cordes qui partent du contre-poids *g* et des poulies M ; N, poulie en bois fixée sur l'arbre L, autour de laquelle s'enroule une corde dont l'une des extrémités est attachée après le piton que porte la grande poulie O en bois placée sur l'un des pieds de la table à imprimer.

P, support en bois du rouleau Q autour duquel est enveloppée la toile à imprimer ; R, dessus de la table à imprimer ; S, pédale placée à la partie inférieure de la table à imprimer dont les pivots *l* s'engagent dans les deux traverses horizontales T ; *p*, contre-poids placé en arrière de la pédale ; cette dernière est liée à la poulie O, par une corde dont l'une des extrémités est attachée sur la surface du cylindre de la poulie, et l'autre après la pédale. Il est facile de voir que les contre-poids *g* et *p* agissent ensemble pour amener le chariot à sa première position, aussitôt que l'imprimeur cesse de presser avec son pied la pédale, ce qu'il est obligé de faire toutes les fois qu'il veut tirer le chariot en avant pour étendre la couleur dans le châssis.

Système perfectionné de télégraphie électrique.

Par M. Cooke.

M. Cooke a inventé et appliqué récemment sur le chemin de fer anglais, *Great Western*, un nouveau plan pour suspendre les fils conducteurs d'un télégraphe électrique en plein air sur des poteaux élevés. Environ 10 milles (16 kilom.) de ce télégraphe sont déja terminés, et nous allons entrer dans quelques détails sur la construction et les avantages de cet appareil qui paraît devoir remplacer tous les autres.

Ces avantages principaux sont : 1° une diminution dans les frais ; 2° un isolement plus parfait ; 3° une réparation facile.

L'ancien plan consistait à disposer des fils de cuivre recouverts avec du coton et soigneusement vernis dans un tube poli de fer, avec des dispositions nombreuses pour avoir accès dans le tube qui renfermait ces fils afin de pouvoir les examiner et les réparer avec facilité. Le tube, après avoir reçu un bon enduit de goudron, était enfoui en terre ou fixé sur des pieux peu élevés que recouvrait un rail en bois.

Les frais, dans les détails desquels nous n'entrerons pas, étaient en Angleterre de 287 liv. 6 s. par mille anglais (4500 fr. environ par kilom.), auxquels il fallait ajouter 10 p. 0/0 pour les éventualités, les bénéfices des entrepreneurs et les réparations. Dans le plan actuellement proposé, un mille ne coûte plus que 149 liv. 6 s. (2860 fr. environ par kilom.), c'est-à-dire qu'il procure une réduction de près de 50 p. 0/0, indépendamment de la probabilité d'une grande durée.

La manière nouvelle d'établir les télégraphes électriques consiste à fixer solidement en terre à 500 ou 600 mètres les uns des autres de forts poteaux en charpente de 5 à 6 mètres de hauteur sur un équarrissage par le bas de $0^m.20$, et au sommet de $0^m.15$ sur $0^m.17$ qu'on monte sur de fortes semelles et qu'on arc-boute convenablement. Sur la tête de ces poteaux de tirage on dispose des amarres pour attacher les fils conducteurs et en aussi grand nombre que ceux-ci ; enfin, entre chacun de ces poteaux sont placés des pieux de soutien en bois, distants entre eux de 50 à 60 mètres. Un fil de fer sans fin formé en soudant ensemble les deux bouts est alors enroulé sur un dévidoir porté sur une brouette. On attache une anse de ce fil à l'amarre du premier poteau de tirage, et on déroule le fil en s'avançant vers le poteau suivant, où on le retient de même avec l'amarre qui sert à l'attacher. En tournant le carré de l'arbre d'une roue à rochet avec une clef appropriée à cet objet, on tend le fil au degré convenable, de manière à obtenir la plus grande exactitude possible dans le tirage des fils qui doivent tous être suspendus parallèlement l'un à l'autre.

Isoler suffisamment les fils ainsi suspendus au point de contact avec les poteaux est une chose d'une nécessité indispensable, attendu que l'humidité du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bois, pendant les temps pluvieux, permettrait au fluide électrique de s'écouler librement dans le réservoir commun ou sur le fil adjacent, et de compléter ainsi le circuit sans atteindre le terme éloigné auquel on doit produire l'effet télégraphique. Or, c'est là un trait caractéristique de l'invention de M. Cooke, attendu que l'idée de suspendre les fils en plein air à des poteaux, aux arbres, aux clochers des églises, date déjà de plusieurs années.

Pour parvenir à ce but, M. Cooke dispose sur ses poteaux de tirage des boîtes en bois qui enveloppent la portion de chacun d'eux à laquelle sont fixées les amarres, en y laissant seulement de petits trous pour le passage libre des fils sans qu'il y ait contact avec l'extérieur de la boîte. Quant aux pieux d'appui, ils sont munis soit de chapeaux en forme de toit qui avancent entre chaque fil, ainsi qu'entre le fil le plus inférieur et la terre, ou par une série de boucliers métalliques. Un œil en métal avec une fente sur le côté supérieur forme une sorte de crochet pour soutenir le fil, et pour isoler ce fil du crochet qui pourrait autrement agir comme conducteur jusqu'au bois humide, une plume d'oie fendue est introduite sur le fil qui repose dessus ; le tout est alors peint avec soin à plusieurs couches avec l'enduit anti-corrosif ou du vernis d'asphalte pour les fils. Quand on veut vernir les fils on les décroche de dessus l'extrémité supérieure des pieux et on les abaisse sur des clous fixés temporairement pour les recevoir vers le pied de ces pieux. Un peintre, muni d'un pot de couleur, d'un pinceau et d'une pièce de feutre, saisit chaque fil et l'enduit rapidement, puis le racroche dans la position qu'il doit occuper vers la tête du pieu.

Telle est la méthode la plus simple et la plus économique qui ait été adoptée jusqu'à présent ; mais, pour de longues distances, M. Cooke emploie la terre cuite ou le verre pour établir l'isolement, puis des pieux en fonte et des poteaux de même métal avec tête en frêne pour le tirage et la suspension des conducteurs, qui alors au lieu d'être de simples fils sont parfois des cordes de cinq ou six fils commis ensemble.

Lorsque les distances sont très-grandes et qu'on a besoin d'un pouvoir conducteur supérieur, on place au centre de la corde un fil de cuivre, qui sans ajouter beaucoup à son poids double son pouvoir conducteur, tandis que le fil de fer conserve la force nécessaire pour résister à la tension. La force relative de conductibilité du cuivre et du fil en fer le plus doux est à peu près dans le rapport de 7 à 1.

On a divers moyens pour passer sous les ponts et les viaductes dont les piles remplissent alors les fonctions des poteaux, seulement les amarres sont établies sur une pièce de bois noyée en partie dans la maçonnerie pour éviter l'humidité qui est l'ennemi le plus redoutable de la conductibilité électrique ; on introduit aussi les isolants en poterie entre les amarres et les fils. M. Cooke se propose également d'employer des chapeaux ou des boîtes en poterie pour surmonter ses pieux en fer. A Slough, sur une longueur de 800 mètres, avant et après la station du chemin de fer, on a employé des poteaux de tirage et des pieux en fonte dont l'effet est aussi léger qu'élégant. On a déjà complété ainsi une ligne de six fils, qui en franchissant l'embarcadère qui est devant le bureau de la station, s'étendent sur une longueur de 136 mètres sans aucun appui ou soutien intermédiaire, et qu'on a disposés avec tant d'exactitude qu'on n'aperçoit aucune inégalité dans leur parallélisme. Les poteaux de tirage, dans cette circonstance, sont comme il a été dit à 800 mètres de distance, quoique la ligne soit légèrement courbe.

En passant sur une station, au-dessus d'une route, ou quand on traverse le rail-way, on se sert de poteaux plus longs qui relèvent tout à coup les fils à des hauteurs de 7 à 8 mètres, afin de livrer passage aux machines ou véhicules qui circulent au-dessous. Dans ce dernier cas, on fait usage de fils plus légers afin que la tension en dehors de la ligne directe n'entraîne pas les pieux hors de la perpendiculaire.

On ne néglige aucune des précautions usitées en pareil cas, telles que le feu, le goudron, l'enduit de Kyan, pour préserver les poteaux en bois d'un dépérissement trop prompt, mais en cas de pourriture d'un pieu près de terre, il n'est besoin que de remplacer la partie détruite par une nouvelle pièce qu'on assemble avec celle supérieure.

La manière de planter les pieux en terre est nouvelle est convenable; pour cet objet, M. Cooke emploie un outil à forer d'un diamètre parfaitement égal à celui du pieu en fonte et un peu plus fort pour ceux en bois. Le niveau étant pris sur les rails donne la profondeur à laquelle il faut enterrer ce pieu, profondeur qu'on marque à la craie sur l'outil : en quelques minutes, quand le terrain ne présente pas de difficulté, le trou est foré et on y fiche le pieu en da-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mant fortement la terre tout autour sans être obligé de creuser et de déplacer une grande masse de terrain.

Un mérite bien réel de ce système, c'est d'être applicable à des cas où l'on ne se sert que par occasion d'un télégraphe, comme lorsqu'il s'agit de réparation sur des rails-ways ou lorsqu'une ligne est interdite temporairement par la chute d'un pont, le glissement d'un remblai, etc. Les matériaux existant dans les magasins sont transportés sur le lieu, on perce les trous pour les pieux, on tend les fils, et le télégraphe est en activité en quelques heures.

Le dernier avantage qu'il convient de signaler dans ce système, c'est l'isolement parfait de la terre. Cette disposition permet d'employer la terre elle-même comme la moitié du circuit conducteur, sans avoir à craindre que le courant trouve une voie plus courte à travers quelque point imparfaitement isolé. Depuis deux années, M. Cooke a mis son plan en expérience avec le plus grand succès sur le chemin de fer de Blackwall, et sur ceux de Manchester et de Leeds, tandis que lorsque les fils sont renfermés dans des tubes en fer, il y a toujours danger d'un contact, soit partiel par quelques gouttes d'humidité, soit parfait par le métal du fil et celui du tuyau qui peuvent se toucher, cas dans lequel, ainsi qu'il a été dit, l'électricité prend le plus court chemin au lieu d'accomplir son circuit entier, de façon qu'il n'y a plus de signal communiqué à la station la plus éloignée, quoique le courant paraisse très-énergique à son point de départ. Avec des fils suspendus en l'air il n'existe pas de danger de ce genre, tandis qu'il résulte deux avantages de l'emploi de la terre comme conducteur.

1° On épargne une longueur de fil pour chaque circuit, ce qui diminue la complication et les frais.

2° La terre agissant comme un grand réservoir d'électricité, ou ainsi que d'autres le pensent comme un excellent conducteur, la résistance qui s'oppose à la transmission de l'électricité est considérablement diminuée et la batterie est en état de fonctionner sur une plus grande distance avec un fil conducteur d'un plus petit diamètre ; c'est ainsi que l'appareil qui a été monté a pu marcher avec deux fils seulement.

Une chose importante à considérer dans cette disposition, après un isolement parfait tout le long de la ligne, c'est la branche de fil qui, de l'instrument, se rend dans la terre. Il faut que cette branche soit mise en contact avec une surface aussi étendue qu'il est possible. A Blackwall on y est parvenu en unissant simplement cette branche de fil au tuyau à gaz qui éclaire le bureau du télégraphe. Ce tuyau est en communication dans des points nombreux avec la machine, et est une continuation sur plusieurs kilomètres du tuyau à gaz qui circule dans la terre, et par conséquent des gazomètres, des tuyaux à eau, etc. Sur le Great-Western rail-way, on l'a mis en rapport avec la machine qui sert à monter l'eau à Slough, ainsi qu'avec les tuyaux à gaz qui servent à éclairer Paddington.

Rapport sur le thermomètre manométrique de M. Clément, pour mesurer la tension et la température de la vapeur dans les chaudières à haute et basse pression.

Une commission spéciale chargée d'étudier l'instrument dont il s'agit, a été nommée le 3 janvier 1843, par M. le vice-amiral préfet pu 4e arrondissement maritime. Cette commission, composée de MM. Auriol, ingénieur de la marine, président ; Pouvreau, capitaine de corvette; de La Règle, lieutenant de vaisseau, et Lisleferme, sous-ingénieur de la marine, rapporteur, a pris connaissance de toutes les pièces relatives à la question. Mais avant de faire connaître les expériences auxquelles elle s'est livrée, il est utile de donner une idée de la construction de cet instrument, qui n'est qu'une modification du thermomètre nautique du même auteur.

Le thermomètre de M. Clément se compose de deux lames, l'une en argent, l'autre en platine, soudées ensemble et roulées en hélice, dont une des extrémités est fixe, et l'autre se rattache à une tige verticale en cuivre, dirigée suivant l'axe; il résulte de cette construction et de la différence de dilatation entre le platine et l'argent, que la température de l'hélice venant à varier, son extrémité supérieure imprime un mouvement de rotation à la tige en cuivre, qui, au moyen d'engrenage, le transmet à deux aiguilles; l'une indique les degrés de température, et l'autre les dixièmes. Voici le mode de graduation du cadran.

Le thermomètre Clément ayant été plongé dans la glace fondante en même temps que le thermomètre à mercure, on a marqué 0° au point d'arrêt de l'aiguille. Les deux thermomètres, placés ensuite dans l'eau bouillante, sont restés stationnaires à un certain point. Le thermomètre à mercure indiquait 99°; on a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marqué ce nombre de degrés sur le cadran où s'est arrêtée l'aiguille, et l'arc de cercle compris entre ces deux positions extrêmes a été partagé en 99 parties. La division s'est continuée sur tout le reste de la circonférence.

Le thermomètre ainsi réglé, il a fallu comparer sa marche à celle du thermomètre à mercure, afin de pouvoir appliquer à ses indications la table de MM. Dulong et Arago sur la force élastique de la vapeur en fonction de sa température. Cette comparaison s'est faite en plongeant les deux instruments dans des bains d'huile et notant les indications simultanées. Ce travail a permis de former une table nécessaire pour inscrire sur le cadran la tension de la vapeur d'après le nombre de degrés indiqués par le thermomètre métallique.

Dans l'application de cet instrument à une chaudière à haute pression, les moyens de comparaison ont été un manomètre à air libre, et un autre à air comprimé. La soupape de sûreté était installée de manière à recevoir des charges variant de 1 à 6 atmosphères. Une première série d'expériences a donné le tableau suivant :

MANOMÈTRE A AIR LIBRE.		THERMOMÈTRES.		DIFFÉRENCE
HAUTEUR en centimètres de mercure.	TENSION en atmosphères.	NOMBRE de degrés.	TENSION en atmosphères.	en fractions d'atmosphère.
20	1.26	105	1.20	0.06
40	1.52	110	1.40	0.12
60	1.78	115	1.65	0.13
76	2.00	118	1.80	0.20
100	2.40	122	2.00	0.40
114	2.50	126	2.24	0.26
120	2.56	127	2.35	0.21
140	2.80	130	2.55	0.25
152	3.00	132	2.70	0.30
190	3.50	137	3.08	0.42
228	4.00	142	3.50	0.50
261	4.34	145	3.80	0.54
266	4.50	146	3.90	0.60
280	4.80	147	4.00	0.80
304	5.00	149.5 . . .	4.30	0.70
320	5.10	150.8 . . .	4.50	0.60
380	6.00	155.8 . . .	5.12	0.88
400	6.30	157.8 . . .	5.36	0.94

La colonne qui doit le plus particulièrement fixer l'attention est celle des différences, car elles ne doivent pas être interprétées d'une manière défavorable au thermomètre. On doit faire observer que, dans les dispositions qu'on a été obligé d'adopter, la communication de la chaudière au thermomètre se faisait par un tube de 3 mètres environ de développement, ce qui a dû occasionner une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perte de chaleur ; quoique les moyens de l'apprécier aient manqué, on peut cependant la supposer de 2° sans sortir des limites probables. D'un autre côté, le manomètre ayant une branche très-longue, il s'opère une condensation qui peut être considérable ; la colonne d'eau qui en résulte augmente à mesure que le niveau de mercure baisse, et explique parfaitement pourquoi les indications du manomètre sont supérieures à celles du thermomètre et augmentent avec la pression.

Une deuxième série d'expériences a été faite pour comparer le thermomètre au manomètre à air comprimé. En voici les résultats.

MANOMÈTRE. — TENSION en atmosphères.	THERMOMÈTRE. Degrés.	THERMOMÈTRE. Atmosphères.	DIFFÉRENCE en fractions d'atmosphère.
2	122	2.00	0.00
3	135	2.84	0.16
4	144	3.70	0.30
5	151	4.60	0.40
6	157	5.25	0.75

Ici comme plus haut la même cause de refroidissement agit sur le thermomètre, et, de même, la condensation a lieu dans le tube conducteur au manomètre ; mais ce tube étant moins long, les différences doivent être moindres, quoique devant toujours aller en croissant. Comme il n'a pas toujours été possible de se servir de la soupape de sûreté, ses indications ne sont pas consignées, mais on doit dire qu'elle était en avance sur le thermomètre et en retard sur le manomètre ; ce qui concorde avec les observations faites sur la marche relative des deux instruments.

Enfin le thermomètre manométrique a été placé à bord du *Voyageur*, bateau de la force de 80 chevaux. L'instrument était sur le pont et communiquait à la chaudière au moyen d'un tuyau en cuivre de 0m.80 de longueur. On a alternativement chauffé et laissé tomber le feu. Le tableau suivant donne les moyennes de plusieurs expériences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MANOMÈTRE. HAUTEUR du mercure en centimètres.	THERMOMÈTRE. DEGRÉS.	MANOMÈTRE. HAUTEUR du mercure en centimètres.	THERMOMÈTRE. Degrés.
1	97.00	15	103.40
2	97.37	16	103.50
3	99.75	17	104.12
4	100.00	18	104.25
5	100.50	19	104.70
6	100.80	20	104.90
7	101.08	21	105.25
8	101.30	22	105.50
9	101.60	23	105.75
10	102.00	24	105.80
11	102.12	25	106.00
12	102.50	26	106.05
13	102.88	27	107.00
14	103.12	28	107.25

Une remarque à faire, c'est qu'avant de chauffer, et toutes les soupapes ouvertes, le manomètre était à 0, et que, pendant tout le cours des expériences, il n'a jamais pu revenir à ce point; on a laissé échapper la vapeur en ouvrant la soupape, le thermomètre a pris une température stationnaire de 99°, tandis que le manomètre s'est arrêté une fois à 1 centimètre et une fois à 1 1/2. Ces différences ne peuvent être attribuées qu'à la condensation de la vapeur dans le manomètre, et font voir qu'aux environs de 0 on doit regarder les indications du manomètre comme trop fortes de 1 centimètre. Dans le haut de l'échelle cet excès peut aller au delà de 2 centim. Si l'on admet maintenant que la vapeur éprouve une perte de chaleur dans son passage de la chaudière au réservoir du thermomètre, il sera facile de faire concorder le tableau précédent avec celui que l'on connaît sur la tension de la vapeur en fonction de sa température.

D'après les indications du thermomètre pendant ces expériences, on peut établir que sa marche est régulière et obéit aux moindres variations de température; l'explication donnée de la différence qui existe entre les résultats des deux instruments paraît d'autant plus rationnelle que cette différence est plus grande avec le manomètre à air libre, moindre avec celui à air comprimé, et se réduit enfin à fort peu de chose quand on opère sur une chaudière à basse pression, auquel cas la colonne d'eau de condensation est très-faible.

La seule cause d'erreur qui influe sur la marche du thermomètre est la perte de chaleur par le refroidissement, mais on peut toujours se rendre compte de l'importance de cette cause, et la diminuer assez pour qu'elle n'apporte plus d'effet sensible dans les observations. Avec le manomètre au contraire on ne peut avoir de certitude, puisqu'il est impossible de connaître la quantité d'eau qui se condense; d'ailleurs dans le manomètre à air comprimé des machines à haute pression, la colonne de mercure se divise presque toujours et dès-lors l'instrument n'indique plus rien.

Quant aux dérangements que l'on peut avoir à craindre dans le thermomètre, on les évitera en l'enveloppant d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

caisse qui puisse le préserver des chocs.

Une circonstance importante à citer, puisque le thermomètre de M. Clément préviendrait immédiatement du danger lorsque le manomètre engagerait au contraire à une fausse sécurité, est celle ou par défaut d'alimentation, le niveau de l'eau viendrait à baisser, les parois de la chaudière rougissent et communiquent une haute température à la vapeur dont la tension peut ne pas augmenter. L'explosion est alors imminente, car si on envoie de l'eau dans la chaudière, elle se convertit immédiatement en vapeur et produit une force à laquelle aucune enveloppe ne peut résister. Dans ce cas l'effet des soupapes de sûreté est des plus nuisibles, puisqu'en ouvrant une issue au fluide élastique, il se forme un bouillonnement dans la chaudière, qui vient encore ajouter au danger qui menace. Il est évident que cette cause d'explosion n'est nullement accusée par le manomètre, tandis que le thermomètre de M. Clément l'annonce dès le principe.

Un avantage qui sera sans doute apprécié par MM. les officiers de la marine, est que le thermomètre manométrique étant placé sur le pont, ils peuvent le consulter à chaque instant et régler ainsi eux-mêmes la marche des foyers.

En résumé, la commission voit dans l'instrument qui lui est présenté, un moyen de connaître la force élastique de la vapeur et sa température à chaque instant, ce qui est un élément de plus, et on ne saurait trop les multiplier dans les indications à réunir sur la marche des chaudières.

Elle pense donc que le thermomètre manométrique est susceptible de rendre de bons services à la marine et aux usines et qu'il y aurait lieu de l'appliquer aux appareils évaporatoires placés à bord de bâtiments ou à terre. L'expérience d'une longue navigation et d'un service journalier, ne peut que mettre au jour les effets que l'on doit attendre de cet instrument.

De la forme des pistons dans les machines à vapeur.

I. *Piston de locomotives et machines stationnaires terrestres.*

On sera peut-être frappé, en jetant un coup d'œil sur les fig. 17 à 32, pl. 50, où nous avons réuni les différentes formes des pistons de ce genre, de la variété qu'on y remarque. Toutefois, hâtons-nous de dire que, si nous eussions eu la prétention de présenter un catalogue aussi étendu et aussi complet qu'il eût été possible de le faire, nous eussions pu ajouter beaucoup au nombre que nous présentons, tandis que, d'un autre côté, si on nous eût prescrit un choix, nous eussions pu au contraire, le restreindre. Nous avons pensé, néanmoins, qu'en présentant une description qu'on trouvera peut-être hétérogène et choisie sans beaucoup de discernement, des variétés principales telles qu'elles se sont présentées à nous dans la pratique, et en signalant leurs avantages, leurs défauts ou leurs caractères respectifs, nous rendrions sans aucun doute cet article plus instructif que si nous avions cherché à présenter une description plus méthodique ou un catalogue plus restreint.

Un examen attentif des modèles que nous avons fait représenter, nous conduit naturellement à classer les pistons à garnitures métalliques sous deux divisions principales, qui, sans être parfaitement distinctes, le sont toutefois suffisamment pour permettre d'établir notre classification, et ranger tous ces modèles dans l'une ou l'autre de ces divisions. Nous rangerons donc dans la première division les pistons chez lesquels on ne fait usage que de la force expansive seule des anneaux, et dans la seconde ceux où des ressorts assistent ou remplacent entièrement cette force expansive. Le premier genre, évidemment le plus simple, est celui qui aurait dû se présenter le premier à l'esprit des constructeurs; cependant c'est celui dont l'adoption la plus récente ajoute un fait de plus aux exemples nombreux qu'on possède déjà dans l'histoire de la mécanique moderne, que la voie la plus courte est précisément celle qu'on prend la dernière.

Dans la première division, où l'on peut établir trois variétés, nous nous occuperons d'abord de celle où la garniture de chanvre a besoin d'être comprimée dans l'espace qui règne entre les anneaux et le corps du piston pour aider à l'élasticité des premiers; c'est le mode de construction adopté assez généralement pour les machines destinées à pomper l'eau, où jusqu'à présent les garnitures plus compliquées et plus dispendieuses n'ont pas encore généralement été admises.

La fig. 26 représente un piston de cette variété en fonction dans une machine à vapeur à élever l'eau en Perthshire, construite par MM. Maxton de Leith. La coupure oblique de l'anneau est destinée à empêcher les arêtes vives de cette solution de continuité de sillonner et creuser le cylindre. Dans ce modèle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on emploie en général deux anneaux placés l'un sur l'autre avec la coupure ou ligne des joints, de l'un d'eux, distante de 90° de celle de l'autre, pour s'opposer à ce que la vapeur s'échappe par ces joints. C'est là le genre le plus simple de garniture métallique, et sous cette forme tout élementaire, elle possède, si elle est convenablement établie, presque tous les avantages des combinaisons plus compliquées. Nous n'hésitons même pas à dire que c'est celle qui nous paraît approcher le plus près possible de la perfection, en fait de garniture métallique, et que, sous ce point de vue, elle l'emporte de beaucoup sur les pistons les plus perfectionnés à garniture de chanvre; enfin que, si elle eût été adoptée plus tôt, elle aurait contribué considérablement à prévenir l'introduction de ces modèles beaucoup plus dispendieux dont on a presque généralement adopté l'usage.

Le désavantage de ce modèle consiste dans la nécessité où l'on est de procéder de temps a autre à un nouvel ajustement, lorsque le matelas interne de chanvre perd son élasticité, circonstance dont le retour dépend du soin avec lequel on a établi les extrémités adjacentes qui forment les joints des anneaux métalliques extérieurs pour empêcher l'introduction de la vapeur dans le chanvre, et par conséquent jusqu'à un certain degré de la température et de la pression de la vapeur elle-même.

Une deuxième variété, très-voisine de la précédente dans cette division, est celle dans laquelle on remarque un anneau faisant de même garniture extérieure, mais qui doit sa légèreté à sa propre élasticité, laquelle ne dépend plus d'un matelas de chanvre placé derrière. La manière la plus simple et peut-être la plus généralement adoptée pour donner le ressort ou l'élasticité requise à ces anneaux de garniture, consiste à les tourner un peu plus grands que le diamètre du cylindre, et après les avoir sciés suivant un plan vertical, dans un de leurs points, à y pratiquer de part et d'autre du joint un tenon et une mortaise ou une entaille à mi-épaisseur sur les extrémités buttantes, puis à comprimer l'anneau au moyen d'un cercle en fer à vis, et enfin à le fixer provisoirement par une cheville qui traverse les portions qui se recouvrent ou entrent l'une dans l'autre. Dans cet état les anneaux sont rodés sur leurs surfaces de contact, et le piston est prêt à être mis en place. En dévissant le cercle en fer et en enlevant la cheville provisoire, l'anneau se dilate dans le cylindre par son élasticité propre, qui continuera en général à agir et à le maintenir jusqu'à ce que ce même anneau ainsi que le cylindre soient tellement usés, que le premier ayant épuisé toute sa force de ressort se dilate de toute son étendue naturelle.

Quelquefois les extrémités buttantes restent planes et droites, cas dans lequel on se contente de couper l'une d'elles pour pouvoir comprimer le ressort et lui donner un plus petit diamètre. Il existe du reste une grande diversité d'opinions relativement au mérite de cette sorte de garniture ; personne ne conteste que ce ne soit un perfectionnement bien réel sur les précédents modèles, mais on allègue que, sous le rapport de l'exactitude des formes, et la facilité de l'adapter au cylindre, elle est de beaucoup inférieure aux variétés ordinaires plus compliquées, à segments multiples portant chacun des ressorts artificiels. On dit surtout qu'elle tend à user inégalement le cylindre et à lui enlever la précision de son alésage. Par suite de ce reproche on a dépensé considérablement d'esprit et de talent pour apporter un remède à cet inconvénient, et nous nous proposons d'apprécier plus loin le degré de succès de ces efforts. Un appel à l'expérience paraîtrait la voie la plus courte pour résoudre la question, attendu qu'un très-grand nombre de pitons, tant de la forme simple que de celles perfectionnées ou composées, sont en usage ; mais dans ce cas comme dans beaucoup d'autres, les expériences qu'on invoque ne servent qu'à empêcher d'arriver à une conclusion unique, ou plutôt tendent également à établir deux résultats parfaitement contradictoires.

Cherchons donc par nous-mêmes à étudier l'action de la forme la plus simple. L'anneau, quand on le resserre ou le comprime, ne prend pas d'abord naturellement une forme circulaire, attendu qu'en mettant en contact les deux extrémités, la tendance à revenir à la dimension primitive n'est principalement maintenue que dans une direction seulement : toutefois, lorsqu'on introduit cet anneau dans le cylindre, on voit de suite qu'il est comprimé également suivant toutes les directions, et qu'il doit par conséquent exercer un effort correspondant dans une direction quelconque, suivant son plan, pour recouvrer ses dimensions primitives. Cette explication est tellement évidente et claire par elle-même qu'elle n'a pas besoin d'autre preuve. Supposons pour un instant que le diamètre primitif de l'anneau soit 47 centimètres et qu'on le fasse entrer dans un cylindre de 45 centimètres de dia-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètre, on conçoit aisément que tous les diamètres de cet anneau se trouvant comprimés également, celui-ci a une égale tendance et doit par conséquent exercer en tous ses points une force égale pour revenir à ses dimensions primitives.

Au lieu d'un cylindre extérieur qui comprime et resserre l'anneau, on peut, pour se former une idée plus exacte de ce cas, supposer que ces différents diamètres sont remplacés par autant de cordes à boyau dont chacune exerce simplement un effort égal pour ramener et maintenir la demi-circonférence qui est dans sa sphère d'action; on conçoit alors que la pression totale qui s'exerce sur toute la circonférence de l'anneau doit être égale dans tous ses points; or, ce fait a été constaté, et quelques praticiens, d'ailleurs pleins de sens, ont cherché à faire admettre l'opinion contraire, en se basant principalement, sinon entièrement, à ce que nous croyons, sur des considérations théoriques, et quoique les expériences qui ont été alors citées puissent venir en aide à leurs opinions, elles ne peuvent annuler des témoignages contraires qui constatent que dans nombre de cas on a trouvé que le cylindre s'était usé d'une manière parfaitement régulière et uniforme.

La variété, les dipositions ingénieuses, et nous pourrions même dire la complication des diverses inventions adoptées pour corriger ce prétendu défaut dans ce genre de garniture, et le succès qu'on assure qu'elles ont eu dans le monde mécanique, nous serviront d'excuse pour nous appesantir un peu sur ce sujet. Quand il serait vrai que ce défaut existe dans toute son étendue, et que les anneaux ont en réalité une plus grande tendance à se dilater dans la direction perpendiculaire au diamètre passant par la coupure verticale qu'on a opérée pour pouvoir resserrer l'anneau sur lui-même, nous ne voyons pas l'effet nuisible qui pourrait en résulter. Le cylindre serait usé d'une manière inégale et prendrait une forme imperceptiblement ovale, jusqu'à ce que l'inégalité de la pression dans l'anneau soit enfin exactement contrebalancée par l'ellipticité correspondante du cylindre; non-seulement la chose se passerait ainsi, mais l'anneau au moyen duquel on remplacerait celui qui serait devenu hors de service, s'ajusterait dans le cylindre avec une précision aussi absolue que celle que pourrait donner le système le plus rigoureux de compensation, attendu que la prétendue expansion inégale de l'anneau, correspondrait alors exactement avec la forme que le cylindre aurait prise à cette époque par suite de l'usure.

D'ailleurs, n'est-il pas de la dernière évidence que l'effet sur le cylindre, dû à l'expansion inégale de l'anneau, pourrait être complétement neutralisé dans le cas où il existerait en réalité, en faisant usage, au lieu d'un seul, de deux anneaux où les joints ou extrémités buttantes seraient placés à 90° de distance entre eux. C'est une chose assez fréquente que de voir ces anneaux où les joints sont opposés dans le cylindre, c'est-à-dire éloignés de 180° l'un de l'autre, disposition utile pour empêcher la vapeur de passer par les joints (chose qu'on pourrait obtenir avec plus de facilité par un autre moyen), mais incapable d'exercer une influence avantageuse sur l'inégalité dans l'usure dont il a été question ci-dessus.

Une troisième modification de cette garniture est celle dans laquelle l'anneau n'est encore composé que d'une seule pièce, mais où l'on a eu recours à quelques-uns des modes précédents de compensation. La méthode ordinaire consiste principalement à tourner l'anneau un tiers plus mince vers la partie où s'opère la jonction ou le joint; on emploie ordinairement deux anneaux en plaçant les joints comme il a été dit ci-dessus, et au lieu de tourner ces anneaux d'un plus grand diamètre que celui requis, et de les faire entrer en les comprimant comme des ressorts, on leur donne l'élasticité nécessaire en martelant la demi-circonférence qui est la plus épaisse sur le côté concave. Ce dernier procédé peut aussi être mis en usage avec des anneaux d'épaisseur uniforme, et pour obtenir tout l'effet qu'on en attend du marteau, on fera bien de conserver la croûte extérieure de fonte moulée à l'intérieur de l'anneau. L'avantage de communiquer à l'anneau l'élasticité dont il a besoin par le martelage de préférence à la compression, résulte de la rondeur plus parfaite qu'on est certain d'atteindre au marteau, mais si on se donne la peine de travailler au tour les anneaux comprimés avant de les mettre en place, cette différence n'existe plus.

On a trouvé généralement que cette disposition fonctionnait très-bien, mais peut-être pas mieux que la variété précédente, qui est plus simple, lorsque le travail pour toutes deux est également correct et satisfaisant, et c'est, à ce que nous présumons, à des défauts sous ce dernier rapport qu'on doit peut-être attribuer l'infériorité qu'on reproche à cette dernière pièce, telle qu'on la construit quelquefois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a proposé une multitude de moyens pour s'opposer par les extrémités buttantes qui constituent un joint ouvert aux fuites de vapeur auxquelles expose cette espèce d'anneau. Souvent on place un matelas de chanvre derrière les anneaux, ainsi qu'on le voit dans les fig. 26 et 29. Parfois, on les coupe simplement comme dans la fig. 33, sans employer d'autre moyens, et quelquefois, comme dans la fig. 23, on laisse subsister le défaut dans toute sa latitude sans chercher à y apporter de remède.

Le meilleur moyen consiste sans aucun doute à river une pièce de laiton préalablement ajustée sur la courbure intérieure de l'anneau, près du bord où l'on a pratiqué le joint ou l'entaille, de manière à ce qu'elle s'adapte bien exactement sur l'autre côté et puisse glisser à mesure que l'anneau se dilate par l'usure tout en restant imperméable à la vapeur; c'est faute d'avoir recours à cette précaution bien simple qu'on a éprouvé de très-graves inconvénients et qu'on a été conduit même à substituer à ce piston un modèle beaucoup plus dispendieux, quoiqu'en réalité infiniment moins efficace.

Nous différerons quelques remarques que nous avons encore à faire sur diverses modifications importantes apportées à cette construction, jusqu'au moment où nous examinerons en détail les modèles de pistons représentés dans nos figures, et nous passerons à la seconde division principale que nous avons établie dans notre sujet et qui comprend un assez grand nombre de sous-variétés; nous voulons parler de cette espèce de pistons dans lesquels on fait usage de ressorts artificiels agissant dans la plupart des cas par l'intervention de blocs ou de coins.

La structure la plus généralement répandue dans ce genre de pistons est celle ou deux forts anneaux de fonte, de dimensions telles qu'ils n'aient aucune élasticité sensible par eux-mêmes, sont partagés chacun en trois, six ou huit segments suivant les dimensions du cylindre, ou toute autre circonstance à laquelle il convient d'avoir égard, et placés l'un au-dessus de l'autre à joints croisés entre eux, et où chaque segment est entaillé dans son plan de contact avec ceux qui la touchent dans un même anneau, de manière à permettre l'introduction d'un coin présentant en général un angle de 90°, dont la pointe peut se trouver à 2 centimètres environ de la surface interne du cylindre. Un ressort elliptique ordinaire est alors introduit entre le corps du piston et la tête ou face postérieure du coin. Parfois, au lieu d'un coin on se sert d'un simple bloc, ou bien le ressort presse immédiatement sur le dos de l'anneau. La fig. 32, sur laquelle nous aurons occasion de revenir, représente un des pistons les plus en usage de ce modèle.

Dans la forme primitive de ce piston, tel qu'il a d'abord été construit par Barton, les extrémités des coins arrivaient jusqu'au contact avec le cylindre, et étaient situées sur sa périphérie. Pour empêcher qu'ils ne détériorent le cylindre, etc., et n'y produisent des cannelures, on a proposé de faire ces coins en un métal plus doux, mais nous croyons que c'est à Tredgold qu'on doit la première idée de la modification très-perfectionnée que nous avons fait connaître plus haut.

Dans ce genre de piston, le mode d'action des coins paraît mériter principalement d'être discuté. Lorsque l'extrémité de ces coins n'est point en contact avec le cylindre, il est bien facile de se faire une idée de ce mode d'action; l'intervention du coin sert tout simplement à augmenter l'énergie des ressorts d'après le principe mécanique du coin. Plus l'angle du coin est aigu, plus est grande la force que les ressorts exercent d'après le principe des vitesses virtuelles; et si on exigeait seulement des segments qu'ils se dilatassent indéfiniment au lieu d'être poussés en avant et en arrière tour à tour pour s'adapter aux inégalités du cylindre, alors on pourrait se servir d'un coin extrêmement aigu; mais comme ce coin doit pouvoir reculer pour permettre à la garniture de céder lorsqu'elle arrive en un point du cylindre où elle éprouve une plus grande pression, par exemple au commencement et à la fin de la course; il est évident que l'inclinaison doit être infiniment plus considérable que l'angle d'équilibre, aussi le fait-on rarement moindre que 80° ou 90°; nous pensons qu'un angle bien plus aigu remplirait aussi bien ce but.

Considérons maintenant pour un moment le cas où le tranchant des coins arrive en contact avec le cylindre; on pourrait être au premier abord disposé à croire qu'ils n'exerceront alors aucune pression sur les segments adjacents, et c'est ce qui arriverait s'ils pouvaient ne pas user plus promptement le cylindre que les anneaux eux-mêmes; or, un examen rapide démontre qu'il n'en est jamais ainsi, attendu que l'usure sur le coin doit être à celle de l'anneau dans le rapport, d'un côté à la moitié de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

base du coin, c'est-à-dire dans le cas d'un coin à angle droit, comme la diagonale est à l'un des côtés du carré ; or, si dans ce cas le coin et le cylindre étaient faits en même matière, l'usure de la partie du cylindre opposée au coin serait plus grande que sur le reste de sa surface dans le rapport indiqué, ou probablement dans un rapport plus considérable provenant de la différence du grain du métal qui compose les coins. Ceux-ci, néanmoins, sont presque toujours faits en bronze de canon pour neutraliser en grande partie une action due à cette disposition qui autrement serait très-nuisible.

Le piston de locomotive fig. 20, sur lequel nous aurons occasion de revenir tout à l'heure, est souvent construit, d'après ce principe, avec la pointe, des coins à la circonférence ; or, en dépit de toutes les précautions, les effets de l'usure inégale se manifestent distinctement aux sillons, peu profonds il est vrai, qu'on découvre avec le temps dans le cylindre.

Après ces remarques préliminaires, nous allons procéder à un examen de détail qui embrassera les diverses variétés des pistons que nous avons plus particulièrement considérés afin d'être en mesure de nous prononcer sur leur mérite respectif d'après les principes généraux que nous avons posés.

La fig. 17 représente en plan et en coupe le piston de la locomotive construite par MM. Forester et C^ie., de Liverpool pour le *Grand Jonction-railway* ; le caractère particulier de sa construction et son mode d'action sont faciles à saisir à l'inspection des figures. En pratiquant une languette dans une rainure correspondante d'un côté dans les coins, et de l'autre dans les segments de l'anneau, on a eu pour but d'empêcher le passage de la vapeur par l'intervalle entre les segments ou les joints, au lieu de se servir de deux anneaux chacun d'une demi-épaisseur et placés à joints croisés l'un sur l'autre. Nous croyons qu'on a annoncé que ce mode de construction répondait parfaitement au but, mais ce n'est pas là certainement en faire un éloge distingué, attendu que nous verrons bientôt qu'on peut en dire tout autant pour certains autres modes de construction qui n'exigent peut-être pas un quart autant de travail et d'adresse que cette forme. Au fait, on est frappé à la vue de cette pièce, de l'habileté qu'elle suppose pour sa construction, de l'élégance du modèle, de la légèreté de toutes les pièces qui fonctionnent et de l'exactitude des ajustements nécessaires à son action, mais alors c'est plutôt une sorte de chef-d'œuvre à la manière de celle des anciens aspirants à la maîtrise dans une corporation (chef-d'œuvre qui ne manque pas d'ailleurs d'utilité) qu'un modèle qu'on puisse adopter partout, ou soumettre à l'approbation générale.

En premier lieu, il n'y a pas de doute que les fuites par les joints peuvent être au moins tout aussi bien prévenues par deux anneaux montés comme il a été dit ci-dessus, et que ce dernier mode doit être, dans les mains d'un ouvrier ordinaire, d'une exécution infiniment plus facile, attendu qu'il faut une adresse très grande pour ajuster les languettes dans les mortaises, et que la moindre imperfection à cet égard qui existe de prime abord a une tendance à s'accroître par le passage constant de la vapeur. De plus, comme les pièces qui glissent les unes dans les autres doivent être poussées en avant plus vivement que les segments (lorsque l'usure commence, dans le rapport de la diagonale au côté du carré, ainsi qu'il est aisé de le démontrer, il s'ensuit que ces pièces elles-mêmes, et par conséquent la portion correspondante du cylindre, doivent aussi s'user plus vite ; c'est-à-dire qu'alors le cylindre est disposé à s'user d'une manière qui n'est plus uniforme. La délicatesse extrême des ressorts et la légère pression qu'on exige généralement qu'ils exercent, peuvent, il est vrai, jusqu'à un certain point, dissimuler pendant quelque temps cette inégalité dans l'usure, mais il n'en est pas moins manifeste que c'est une action toute semblable à celle d'un coin à tranchant mousse et arrondi qu'on pousserait en avant au moyen d'un ressort et qui serait en contact avec le cylindre.

De plus, nous ferons remarquer, en comparant ce piston avec les variétés plus simples, qu'il est inutile de diviser l'anneau en un aussi grand nombre de segments. Ce système complet d'ajustement et de compensation aurait pu être avantageusement employé dans l'enfance des cylindres à vapeur, lorsque les machines à aléser étaient encore grossières, mais nous pensons qu'il est tout à fait superflu dans l'état actuel de l'art du constructeur de machines, par ce fait seul qu'un anneau coupé en un seul point donne un résultat parfaitement satisfaisant.

La fig. 18 représente le plan et la section d'un piston établi pour les machines à vapeur ordinaires et les locomotives, par MM. Dirks et Nelson, directeurs naguère des forges et fonderies d'Etna,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Liverpool, et qui diffère du précédent en ce qu'il ne porte qu'un coin et un seul joint dans l'anneau au lieu de quatre. La vis d'ajustement sur le côté le plus éloigné du coin pourrait être supprimée ; les deux vis latérales servent en quelque sorte à compenser l'action un peu lente du coin rectangulaire, qui paraît plutôt presser l'anneau contre le cylindre au point immédiatement adjacent que le forcer à s'ouvrir, et par conséquent le faire porter bien également tout autour.

Une variété qui présente la plus grande similitude avec la première dont nous avons parlé, est celle représentée dans la fig. 19. Nous doutons que la légère supériorité sous le point de vue de la simplicité qu'on a obtenue en se débarrassant des vis calantes ou d'ajustement et en y substituant un simple ressort circulaire, ne soit plus que balancée par une action moins parfaite. On adopte parfois une méthode qui tient le milieu entre les deux : on coupe l'anneau de garniture, on insère une pièce mobile et aplatie ainsi qu'un coin dans deux points opposés, et un ressort circulaire à vis d'ajustement agit sur les deux.

La fig. 20 représente le plan et la coupe d'un piston généralement connu sous le nom de piston de la locomotive de Bury. Le caractère distinctif qu'il possède, c'est que chaque ressort agit à la fois sur l'un des coins de l'anneau supérieur et sur l'un des autres coins de l'anneau inférieur ; le centre du ressort, contrairement aux usages reçus, servant de point d'appui sur le corps du piston. Cette variété est exempte de quelques-uns des défauts qu'on a reproches au piston de Forester, et lorsqu'elle est établie et dirigée avec soin, elle fonctionne avec beaucoup d'exactitude et de régularité. Les premiers frais de main-d'œuvre, une complication inutile, une disposition très-prononcée à se déranger, sont des circonstances concomitantes qui agissent plus ou moins directement pour atténuer dans beaucoup de cas les avantages de ce modèle, mais bien des personnes considéreront ce point plutôt comme une question d'argent que comme une affaire qui intéresse l'art de l'ingénieur. Parmi les formes nombreuses de piston dont on se sert sur le chemin de fer de Gloucester à Birmingham, c'est celle de la fig. 20 qui a donné les meilleurs résultats, tandis que sur d'autres lignes on est sur le point de les remplacer par des formes plus simples qui leur sont, assure-t-on sur ces lignes, en tout point préférables. La forme insolite des ressorts qui entraîne des difficultés pour les utiliser autre part que dans le service pour lequel ils ont été fabriqués, est un point qui paraît assurément peu digne d'être pris en considération, mais qui toutefois, nous n'en doutons pas, a contribué à les faire tomber dans le discrédit sur quelques-unes des lignes de chemins de fer dont il est question plus haut.

La fig. 21 est un piston en usage sur le chemin de fer de Liverpool à Manchester, et qui ressemble beaucoup à celui de la fig. 18 ou aux pistons employés sur le *Grand-Jonction-rail-way*. Ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment, la forme obtuse du coin semble être le seul défaut de cette espèce simple et élégante de garniture. Toutefois, nous devons avouer qu'en formulant ainsi une opinion sur ce point, nous l'établissons sur des bases théoriques, on pourrait même dire hypothétiques, attendu que nous n'avons jamais rencontré dans le coin d'un piston un angle plus aigu que de 80° à 90°. Les pistons sur le chemin de fer de Liverpool à Manchester sont généralement en laiton ; c'est un avantage dans les cylindres horizontaux ou inclinés, attendu que la douceur du métal et la légèreté plus grande du piston réduisent considérablement l'usure du cylindre. Les pistons en laiton sont en conséquence fort en usage sous ce rapport dans les machines locomotives, mais une circonstance qui atténue les avantages qu'ils présentent, c'est le peu d'élasticité du métal qui rend nécessaire l'emploi des ressorts artificiels.

La fig. 22 représente le modèle d'un piston que MM. Maxton, constructeurs à Leith, appliquent tant aux machines terrestres qu'à celles de navigation. Ce modèle peut être considéré comme une forme à la fois avantageuse et caractéristique du mode le plus généralement adopté ou approuvé de garniture de piston dans lequel on se sert de ressorts distincts. La facilité avec laquelle ces ressorts peuvent être inflechis et ramenés à la forme première ne nécessite pas de vis, et la seule objection sérieuse qu'on puisse leur opposer semble être la dépense qu'il faut faire pour ajuster et roder de manière à rendre imperméables à la vapeur les dix coins qui entrent dans sa construction. Mais s'il y a multiplicité dans les pièces, il y a simplicité dans l'action et peu de chance de détérioration ; peut être même la durée prolongée et l'action parfaite des parties qui fonctionnent balancent-elles amplement tous les frais extraordinaires de main-d'œuvre que la fabrication de ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

piston exige. Néanmoins, tout en admirant la manière parfaite dont ce piston est susceptible de s'adapter à la forme du cylindre, nous ne devons pas non plus dissimuler que dans notre opinion, qui est bien arrêtée à cet égard, on peut atteindre un degré suffisant, sinon, pratiquement parlant, un égal degré de concordance et d'ajustement avec des frais bien moins considérables ; ceci suppose néanmoins le cas d'un cylindre neuf et parfait ; quant à celui où ce cylindre est déjà usé d'une manière inégale par une garniture en chanvre, comme c'est fréquemment le cas, alors cette modification possède des avantages décidés et a été appliquée fréquemment par MM. Maxton dans ces circonstances avec le plus grand succès. L'emploi de prisonniers taraudés en fer forgé, disposés dans le corps du piston pour recevoir les vis qui retiennent l'anneau portant les ressorts, au lieu de tarauder dans la fonte même, est un perfectionnement évident quoique peu répandu.

Les fig. 23 et 24 représentent des pistons et des anneaux de garniture tels qu'ils sont construits par la compagnie des fonderies de Dundee, dont M. Stirling, bien connu pour avoir perfectionné la machine à air, est le directeur. La particularité qui distingue cette forme consiste dans une rainure excentrique, ayant une profondeur de la moitié de l'épaisseur de l'anneau de garniture qu'on pratique en partie sur la circonférence intérieure de chacun d'eux, et qu'on accompagne de nombreux traits de scie dans les languettes supérieure et inférieure qu'on a laissées sur les deux bords circulaires en creusant cette rainure. L'effet de cette disposition en modifiant l'élasticité de l'anneau, est précisément le même que celui qui serait produit si on avait ainsi enlevé au tour les languettes circulaires et si on avait creusé la rainure excentrique sur toute la hauteur de l'anneau. L'avantage qu'on en retire consiste en ce qu'on obtient ainsi des surfaces plus étendues pour rendre le piston imperméable. On a prétendu que cette invention était fort ingénieuse ; quant à nous, il nous serait assez difficile de rien ajouter en sa faveur à ce que nous en venons de dire.

Comparons un instant ce piston avec les figures 30, où sont représentées les garnitures annulaires des locomotives qui circulent sur le chemin de fer de Glascow et Ayr. L'ingénieur distingué qui dirige les travaux des machines sur cette ligne, au lieu de considérer comme ingénieuse sous le point de vue mécanique et scientifique, l'idée d'affaiblir les anneaux dans les points les plus éloignés de leur coupure ou du joint, a au contraire jugé qu'il était utile de les fortifier considérablement dans cette partie de leur circonférence en les tournant excentriquement relativement à un centre dont la position est diamétralement opposée à celle choisie pour les pistons des usines de Dundee. Le succès complet de cette disposition, sans démontrer l'inefficacité de la forme concentrique plus simple de l'anneau, sert du moins à condamner toutes ces idées dites ingénieuses qu'on a dépensées pour dévier de cette forme dans une direction opposée. Pour le démontrer, il suffit de comparer les particularités que présente cette dernière variété avec celle qui a été employée dans les belles machines de la frégate à vapeur *la Gorgone*. L'ingénieur habile, M. Seaward, dont le nom est associé à cette variété distinguée de piston, jugeant comme le directeur des travaux d'ateliers du chemin de fer de Glascow à Ayr, que les anneaux devaient être renforcés au lieu d'être affaiblis dans les parties où on pense généralement que s'exerce le plus grand effort, a tourné la surface convexe extérieure de son anneau sur un autre centre que celle intérieure; il a seulement différé avec M. Robertson sur l'étendue de l'excentricité requise, car tandis que le premier avait pensé qu'une différence d'un tiers à un quart était suffisante entre l'épaisseur de la partie renforcée et celle amincie, M. Seaward a cru qu'il était préférable de faire l'une quatre fois plus considérable que l'autre.

En comparant, en conséquence, les pistons sortant des usines de Dundee avec ceux de la variété qu'on a appliquée à *la Gorgone*, et en se rappelant le fait établi ou du moins admis que la roideur ou la résistance qu'un corps oppose à la flexion est en raison inverse du cube de la dimension suivant laquelle l'effort exerce son action ou est appliqué, on voit que la première variété est rendue huit fois plus flexible, comparée à un anneau d'épaisseur uniforme et des mêmes dimensions, tandis que la dernière est devenue soixante-quatre fois moins flexible. Or, un fait certain c'est que ces deux dispositions ont été inventées dans les meilleures intentions du monde pour apporter un remède à un seul et même défaut, et sans nul doute on nous dira sans hésitation que la pratique, cet arbitre infaillible et impartial, a prononcé un jugement très-net en faveur de toutes deux.

On a dit qu'il y avait plus de faits faux dans le monde que de fausses théo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ries, et la raison en est claire, c'est qu'il faut un grand nombre de faits pour confirmer une théorie. Quand il s'agit d'échafauder une fausse théorie, l'intérêt et la nécessité contraignent celui qui veut la construire d'aller à la recherche des faits faux pour l'étayer; et si nous faisons cette remarque, c'est pour mettre les ingénieurs et les constructeurs en garde contre une erreur commune, savoir que quelle que soit la défiance avec laquelle il convient d'accueillir les théories établies, il n'est pas nécessaire de prendre des précautions pour admettre ou du moins recevoir des faits annoncés.

Si le fait que des physiciens et des géomètres ont différé dans le rapport de 1 à 64 dans les évaluations qu'ils ont présentées du travail comparatif des roues hydrauliques en dessus et en dessous, doit nous inspirer quelque défiance dans les calculs théoriques, assurément la considération que des praticiens ont différé dans le rapport de 1 à 512 dans la détermination de la force nécessaire à donner aux garnitures métalliques annulaires des pistons, doit nous rendre au moins aussi circonspects quand il s'agit d'admettre le témoignage de ces derniers.

Si toutefois la différence dans les dimensions du cylindre de la machine de *la Gorgone*, et celle du cylindre des usines de Dundee peuvent être considérées comme atténuant ou même annulant les conclusions frappantes auxquelles nous sommes arrivés ci-dessus, le diamètre du premier étant quatre fois plus considérable que celui du second sur lequel on a dessiné la figure, nous pourrions comparer le piston de *la Gorgone* avec celui du bâtiment à vapeur *le Toward Castle*, où la garniture consiste en deux anneaux de fonte, ayant chacun 25 millimètres d'épaisseur à l'origine et rendus très-uniformes d'abord, puis ensuite réduits d'épaisseur en trois ou quatre endroits différents dans le but de les adapter plus exactement à l'intérieur du cylindre. Cette garniture doit toute son élasticité à sa compression suivant une circonférence plus petite que celle sur laquelle elle avait été tournée à l'origine, et tout affaiblie qu'elle est, tant par le travail dont il vient d'être question que par l'usure provenant d'un usage prolongé, elle continue cependant a être dans une bonne condition de travail malgré sa marche à peu près constante pendant une période de dix années.

La garniture de *la Gorgone*, d'un autre côté, se compose de deux anneaux d'une seule pièce ayant chacun 76 mill. d'épaisseur dans le point le plus éloigné du joint ou de la coupure, et 20 seulement dans la partie de l'anneau où l'on a pratiqué cette coupure, de façon que l'anneau affecte à peu près la forme d'un croissant dans le but probablement d'opposer la plus grande résistance possible à l'effort le plus considérable. Mais il sera facile de démontrer que tandis qu'avec une forme aussi extraordinaire on diminue, dans le but d'obtenir la force nécessaire, presque indéfiniment l'élasticité ou la faculté de fléchir, qualité la plus précieuse dans une garniture annulaire, et dans le fait la qualité même sur laquelle repose entièrement son application comme garniture imperméable à la vapeur, on compromet en même temps matériellement cette propriété elle-même, c'est-à-dire que l'on nous présente ainsi un mécanisme d'un côté presque impossible à ajuster à raison de sa force, et de l'autre incapable de résister à un effort sous le rapport de la rigidité.

(*La suite au prochain N°.*)

CORRESPONDANCE.

A M. le Rédacteur du Technologiste.

Monsieur,

Le numéro d'août, de votre journal, vient de me tomber entre les mains; j'y ai lu avec intérêt un article sur le *tannage*, au sujet duquel vous me permettrez de vous adresser des observations, les renseignements qui vous ont été fournis pour une portion de cet article manquant d'exactitude.

En parlant du tannage mécanique de M. Vauquelin vous dites, page 485 : « Nous devons à la vérité de dire que les espérances qu'on avait conçues d'abord sur les avantages du tannage mécanique ne semblent pas devoir se réaliser prochainement, et que les cuirs qu'*il a déjà fournis au commerce ont présenté des défauts graves qui les font actuellement accueillir avec défaveur sur les marchés*. Nous ne disons pas positivement que ces défauts soient inhérents au tannage mécanique, et que ce tannage ne soit pas susceptible d'heureux perfectionnements; mais ce qu'il y a de certain, c'est que depuis que son inventeur l'a fait connaître, qu'une société savante lui a décerné des *éloges pompeux* et des récompenses distinguées, ce procédé est, malgré cela, *resté sans applica-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion, et n'a pas passé dans la fabrication et dans la pratique. »

Il semblerait rationnel d'admettre que toute bonne chose en industrie devrait réussir et procurer tous les avantages que l'on est en droit d'en attendre ; malheureusement il en est souvent différemment, et de longues recherches ne sont pas nécessaires pour s'assurer que d'excellentes inventions sont souvent restées inappliquées, du moins pendant longtemps, par une foule de causes étrangères aux procédés eux-mêmes ; parmi elles on ne peut manquer de mettre au premier rang les questions commerciales. Vous savez personnellement, Monsieur, que c'est précisément une cause de cette nature qui a empêché jusqu'ici l'exploitation sur une grande échelle du procédé Vauquelin, et certes ce n'est pas au procédé lui-même que l'on doit imputer le retard éprouvé par ces importantes améliorations à des procédés qui exigent de si grands changements dans l'art tout entier.

Au surplus, en constatant même que la fabrication n'avait pas pris l'accroissement que l'on avait le droit d'en attendre, vous ne pouvez logiquement en conclure que le procédé ne fournit pas ce qu'on en attendait, et vous avez été complétement induit en erreur par des renseignements peut-être intéressés relativement à la nature des produits obtenus par M. Vauquelin. Chargé de suivre la fabrication, de certifier les résultats de nombreuses séries d'essais, j'ai été à même de recueillir de la bouche même des hommes les plus compétents des témoignages tous favorables, et qu'a pleinement confirmés l'emploi des cuirs obtenus, qui *n'ont jamais présenté aucun défaut grave, et n'ont pas été accueillis avec défaveur sur les marchés*, tandis qu'au contraire leurs qualités ont été vérifiées de la manière la plus rigoureuse, et sont appréciées par tous ceux qui ont été à même de se servir de ces produits. Sous peu, des résultats importants seront publiés à cet égard ; ils proviennent d'emplois divers, pendant huit mois, de cuirs Vauquelin, comparativement à d'excellents cuirs du commerce. Au surplus, le certificat suivant, dont j'ai l'original entre les mains, répondra suffisamment sur cette partie de la question :

« Je soussigné, contrôleur de la halle aux cuirs de Paris,

» Déclare que, d'après leurs dires, de véritables connaisseurs et appréciateurs dans la fabrication des cuirs, ont reconnu unanimement que le cuir de fabrication employé par le sieur Vauquelin dans des essais exposés dans cette halle, pendant la première quinzaine du présent mois, est au-dessus de tout genre de fabrication employé jusqu'à ce jour, auquel avis et suivant notre connaissance personnelle, nous donnons notre avis conforme.

» Déclaré à Paris, le 20 avril 1841.

» *Signé* MARDUEL. »

Je crois devoir vous rappeler les attestations de nombreux fabricants, insérées à la suite des rapports de la Société d'encouragement qui, pour le dire en passant, n'est pas dans l'usage de donner des *éloges pompeux* aux objets qu'elle examine, mais de signaler par ses récompenses ceux qu'elle a reconnus bons.

L'emploi du *dévidivi* est loin d'avoir acquis l'importance que vous semblez lui attribuer ; son emploi en est encore en France à l'état d'essai ; en Angleterre on l'a abandonné.

Je ne crois pas devoir ajouter d'objections sur les procédés *de tannage par filtrations continues* et par l'emploi du *sulfite de fer ;* on les étudie en ce moment, et l'expérience prononcera.

Je pense, Monsieur, que vous voudrez bien insérer cette lettre dans votre prochain numéro.

Agréez, je vous prie, l'assurance de mes sentiments distingués.

GAUTHIER DE CLAUBRY.

Paris, 6 septembre 1843.

SUITES A BUFFON.

Buffon, cet immortel génie qui a embrassé les sciences naturelles avec un esprit si vaste et si juste, un coup d'œil si pénétrant, nous a légué dans ses ouvrages un des plus beaux monuments de notre littérature et de notre gloire nationale ; mais le temps lui a manqué pour traiter toutes les branches dont se compose l'histoire naturelle, et il a même laissé quelques-unes de celles dont il s'est occupé, à l'état d'imperfection. Depuis la mort de ce naturaliste, la science d'ailleurs a marché ; on a découvert une multitude d'animaux, de plantes ou de minéraux nouveaux, et on a dû songer à mettre de l'ordre dans les innombrables richesses dont on était pour ainsi dire accablé. De là sont nées ces classifications plus ou moins ingénieuses qui ont définitivement fait place aux méthodes naturelles qui règnent aujourd'hui sans partage dans la distribution en séries méthodiques de tous les êtres qu'on

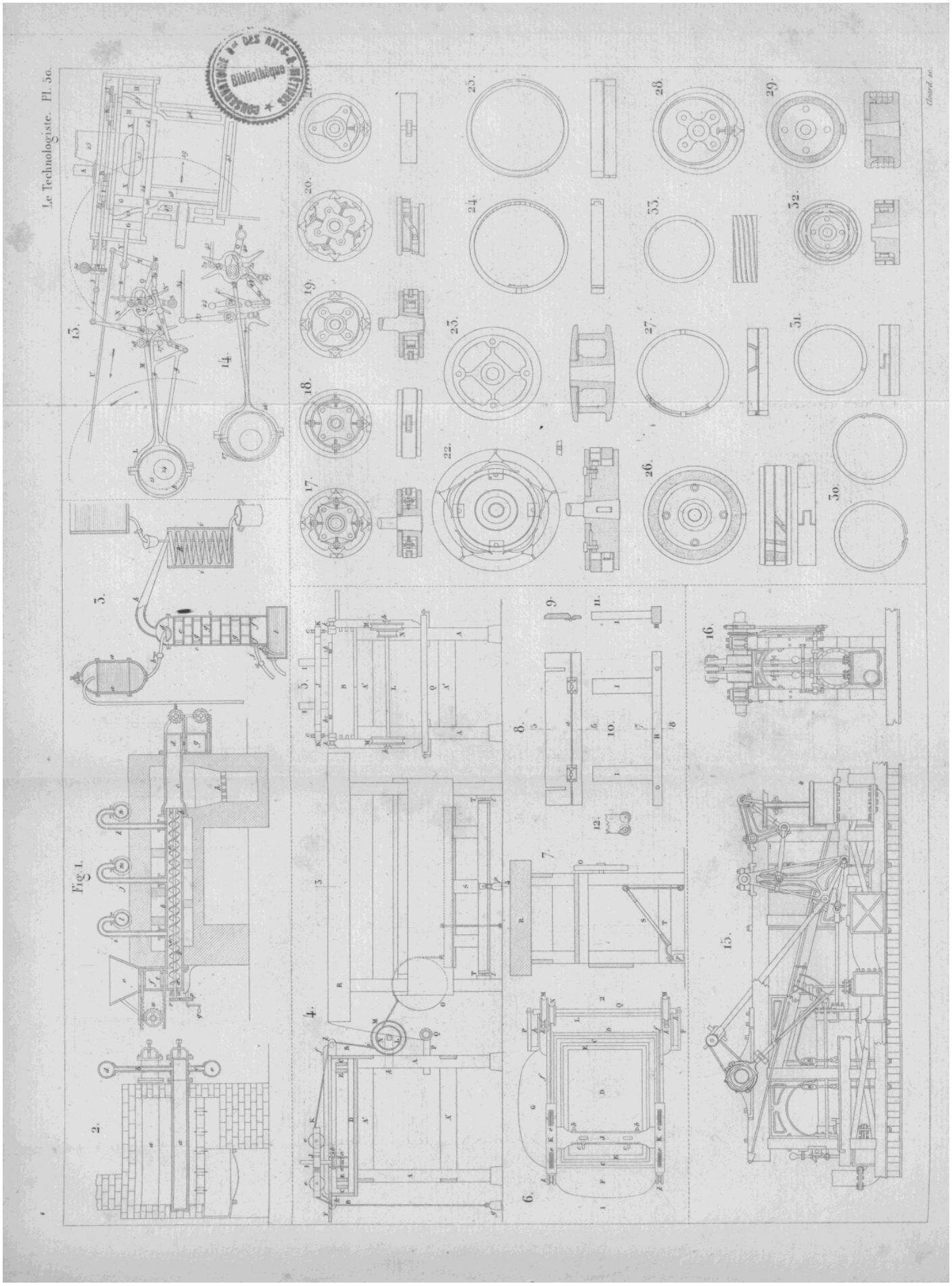
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rencontre sur le globe. Les travaux qui ont été entrepris dans les diverses branches de l'histoire naturelle depuis Buffon n'avaient point encore été réunis en un corps d'ouvrage, et nous devons féliciter M. Roret de l'heureuse idée qu'il a eue d'entreprendre ses Suites à Buffon, dans lesquelles, non-seulement il a cherché à réunir toutes les nouvelles découvertes faites depuis le grand naturaliste, mais où tous les êtres de la nature seront classés méthodiquement. L'œuvre du grand homme reste intacte ; il s'agissait seulement de compléter et étendre ses travaux, et de choisir pour ce travail des collaborateurs dont les noms dans la science fussent dignes d'être placés à côté de celui du maître. Sous ce rapport, les *Suites à Buffon* ne laissent rien à désirer, et l'on voit figurer, chacun dans sa spécialité, les noms de Geoffroy Saint-Hilaire, F. Cuvier, Duméril, Bibron, de Blainville, Milne Edwards, Decandolle, Brongniart, et beaucoup d'autres qui ont apporté leur tribut dans cette grande entreprise. Nous n'hésitons pas à le dire, les *Suites à Buffon* sont, en histoire naturelle, la publication la plus vaste qui ait été entreprise depuis bien longtemps, entreprise qui fera époque, et mérite à tous égards d'être encouragée par le public, parce qu'elle présentera un inventaire général des trois règnes et un répertoire complet des êtres qui vivent, végètent ou gisent à la surface du globe, un ouvrage qu'il faudra consulter à chaque instant, soit pour y puiser l'instruction dont on aura besoin, soit pour constater des faits déjà connus, soit enfin comme point de départ pour ajouter de nouveaux développements à la science.

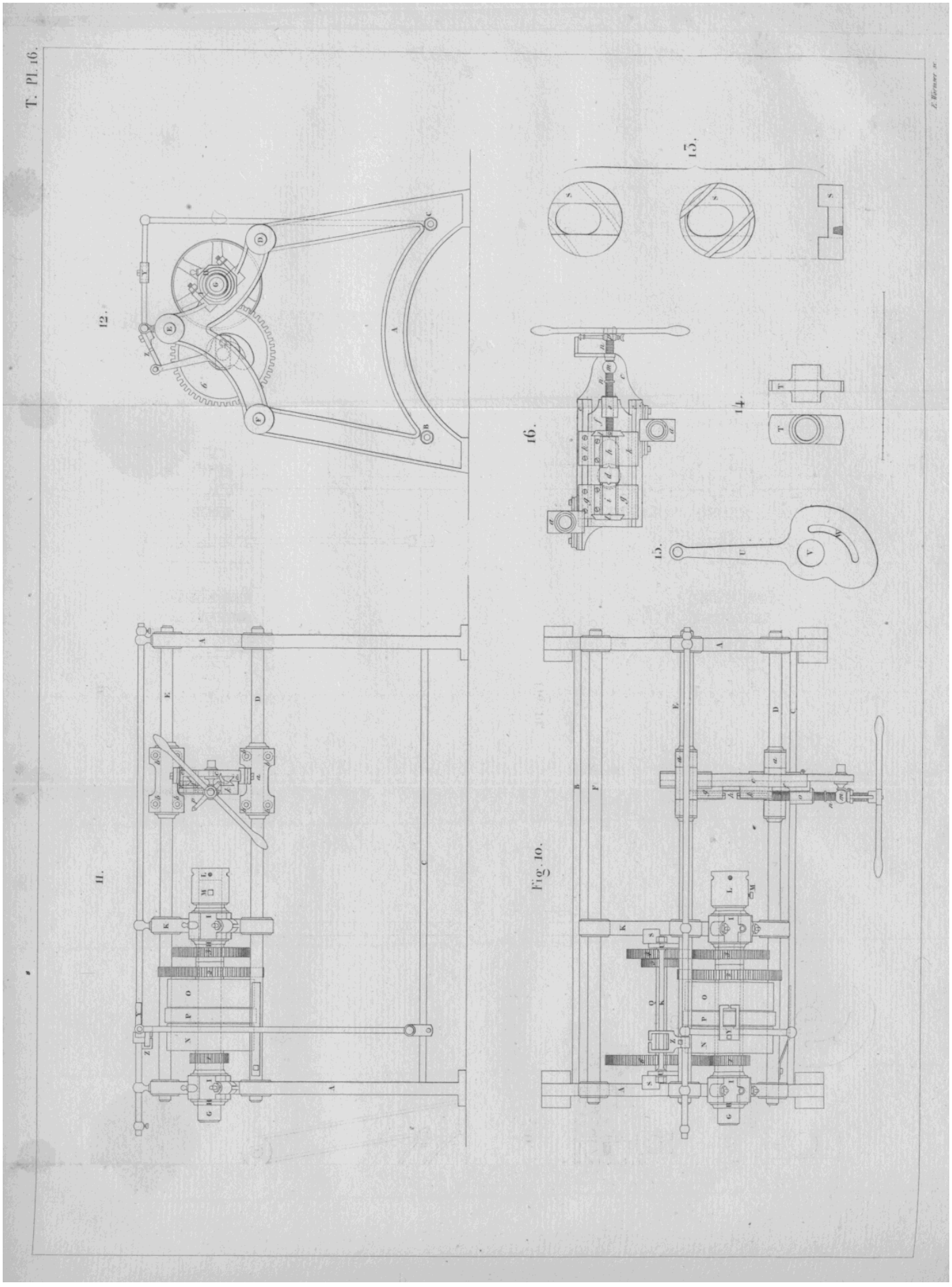
ENCYCLOPÉDIE-RORET.

Les arts industriels jouent aujourd'hui un rôle d'une si haute importance dans l'économie des nations, ils exercent une si puissante influence sur les relations internationales et sur la politique des peuples européens, que ce n'est pas seulement le simple praticien, l'ingénieur, le fabricant qui doivent apprendre à les connaître et en étudier les progrès, mais qu'il est de toute nécessité que l'homme d'état, le publiciste, le capitaliste, le spéculateur, le négociant connaissent quels sont leurs moyens d'exécution, leurs ressources, leur avenir et les applications qu'on peut en faire dans toutes les transactions possibles avec les nationaux ou avec les autres peuples. Sous ces divers rapports, il n'y a peut-être pas de publication qui ait eu autant de succès, et qui ait aussi bien mérité le bon accueil que lui a fait le public que la *Collection des Manuels-Roret*, qui embrasse déjà une série considérable de plus de 100 arts divers, tant chimiques que mécaniques et économiques, et se grossit chaque jour de nouveaux ouvrages. N'est-ce pas, en effet, un succès presque inconnu dans les annales du commerce de la librairie que ces éditions multipliées qui se succèdent depuis 20 années avec une incroyable rapidité, et qui, loin de suffire au désir d'apprendre qui se manifeste dans toutes les classes de la société française, semblent aujourd'hui prendre un nouvel essor, et aller porter nos arts, notre industrie, notre civilisation jusque dans les pays les plus éloignés du globe. Ce succès, il ne faut pas se le dissimuler, c'est à une excellente rédaction qu'il est dû, c'est au choix de collaborateurs instruits et remplis de zèle, c'est à des perfectionnements dans la rédaction pour tenir constamment ces ouvrages au courant des progrès des sciences qu'il faut l'attribuer ; c'est enfin au mode vraiment populaire de publication de cette vaste encyclopédie des arts et métiers qu'il convient de l'attribuer, puisque dans ce beau répertoire des découvertes et des procédés industriels, il n'est pas d'art, il n'est pas de métier dont un modeste ouvrier, un jeune homme studieux ne puisse, sur ses plus légères épargnes, se procurer les descriptions, et étendre ainsi tout à coup, par le plus faible sacrifice, le cercle auparavant étroit et circonscrit de ses connaissances et de ses travaux. Nous croyons donc faire une œuvre utile au public en général, rendre un service précieux aux hommes spéciaux, et éclairer la classe industrieuse et ouvrière sur ses véritables intérêts, en lui recommandant vivement l'*Encyclopédie-Roret*, ou *Collection des Manuels-Roret*. Chacun pourra y puiser largement toutes les connaissances les plus élevées dont il aura besoin, celles qui lui seront indispensables, ou même celles qu'il peut considérer comme accessoires dans la carrière industrielle ou autre dans laquelle le sort, les circonstances, une vocation décidée ou la nécessité l'auront placé.

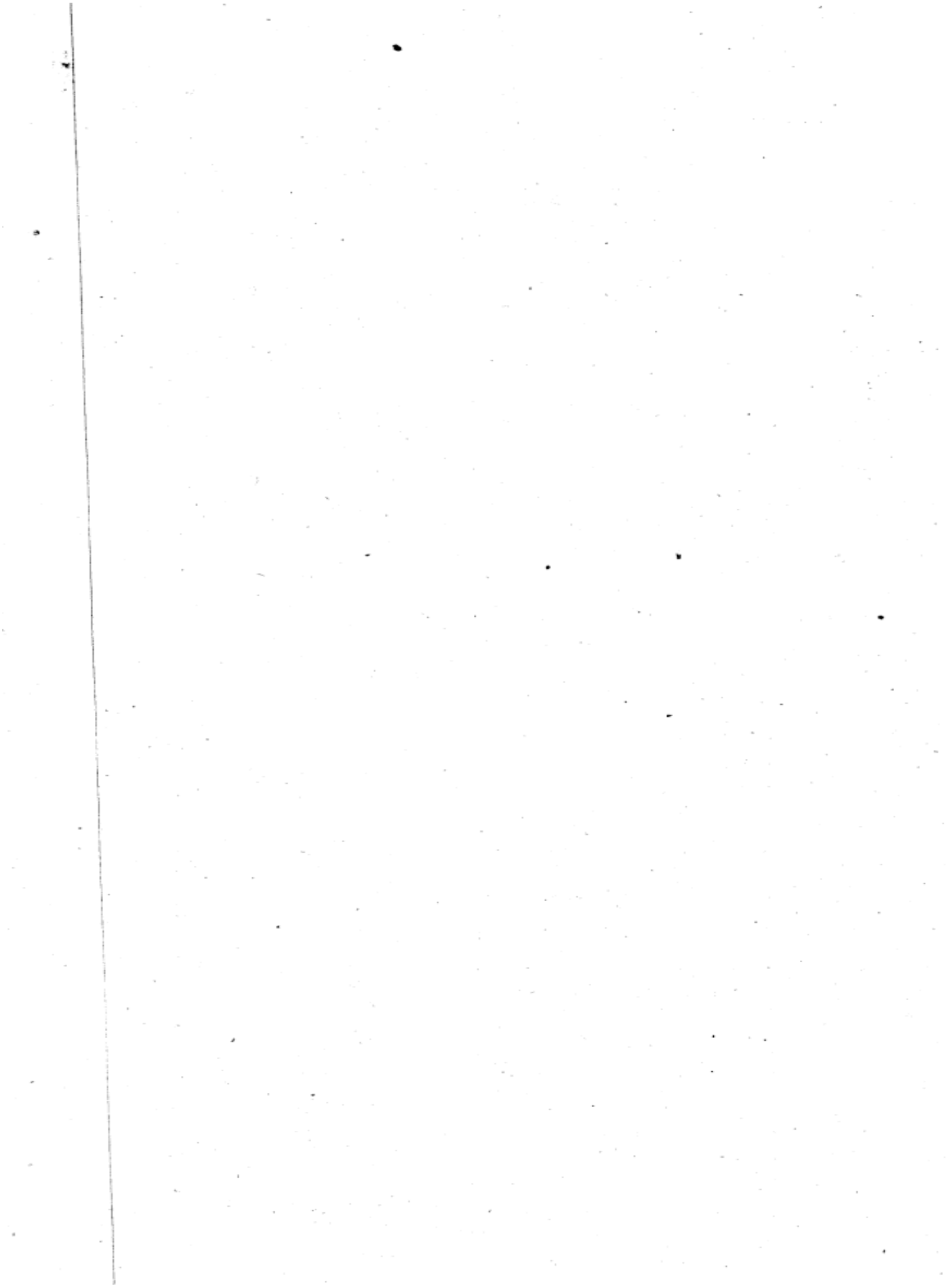
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

De quelques améliorations dans le travail du fer.

Par M. G.-B. THORNEYCROFT, maître de forges.

J'ai apporté quatre modifications que je crois utiles dans le travail du fer. La première de ces modifications s'applique aux fours à réverbère destinés à opérer le puddlage, la tuméfaction ou bouillonnement de la fonte; la seconde a pour but le découpage des feuilles de tôle; la troisième un mode de fabrication des tôles pour chaudières; et enfin la quatrième une manière de fabriquer les fers pour en faire des limes ou autres instruments où l'on emploie l'acier.

Je vais reprendre la description de ces quatre perfectionnements, afin d'entrer dans des détails plus étendus.

La fig. 1, pl. 31, représente une coupe longitudinale d'un four à réverbère pour opérer le puddlage du fer.

La fig. 2 en est le plan à la hauteur de la sole.

a est le foyer, *b* l'autel qui est creux, afin d'y faire affluer l'air de bas en haut, entre le foyer et la sole *c*. On pourrait aussi concurremment faire arriver de l'air sur les côtés du feu, et l'expérience m'a démontré que par cette disposition on maintient la température du four au degré voulu avec moins de combustible; qu'il y a moins de fumée qui s'échappe par la cheminée, et que la chaleur qu'on obtient ainsi est plus convenable, soit pour conduire le puddlage, la tuméfaction ou le bouillonnement, soit pour réchauffer ou mettre le fer en lopins.

En admettant l'air, ainsi qu'il est indiqué ci-dessus, la flamme devient plus blanche et acquiert une température plus élevée, ce qui permet de rétrécir le passage du corps du fourneau dans la cheminée employée pour opérer le tirage. D'ailleurs, il est nécessaire de construire le fourneau avec plus de soin, afin de s'opposer à ce qu'il pénètre de l'air dans le corps *c*, au delà de l'autel *b*, excepté ce qu'il est impossible d'éviter rigoureusement par la porte de chargement ou la porte par laquelle on travaille la matière.

Je ferai remarquer qu'en construisant le fourneau, si on établit des doubles parois sur les deux côtés où l'on fait circuler un courant d'air et un semblable passage sous la sole même du fourneau, ainsi qu'on le pratique souvent, afin de rafraîchir ces parois et cette sole, alors j'emprunte cet air échauffé qui circule ainsi en contact avec les parois portées à une haute température, et c'est lui que je fais passer par la fente pratiquée dans l'autel, et que je lance enfin sur la flamme.

Je sais très-bien qu'on a proposé à maintes reprises de faire arriver ainsi de l'air sur la flamme dans les fours à réverbère; mais je ne crois pas qu'on ait eu l'idée de la disposition que je présente, et de l'appliquer au puddlage du fer.

Voici comment j'ai réalisé la seconde modification que je propose, et qui est relative à un mode pour couper les tôles.

Pour couper les tôles, je me sers d'une lame qui se meut par l'entremise d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

axe de rotation, ainsi que je vais le décrire.

La figure 3 est la machine que j'ai fait construire dans ce but. Elle me sert à couper les tôles de grande dimension, et on conçoit qu'on en modifie, suivant le besoin, les proportions.

La fig. 4 est une section transversale de la machine.

La fig. 5 est une vue séparée de la lame supérieure ou mobile.

La fig. 6 est une autre vue séparée de la lame fixe.

La fig. 7, des sections de ces deux lames.

Dans cette cisaille nouvelle, *dd* est le bâti de la machine dont les montants peuvent être plus rapprochés ou plus distants, suivant la dimension en longueur qu'on veut donner aux lames; *e,e* est la lame fixe inférieure, et *ff* la lame mobile supérieure, dont le tranchant est incliné sous un angle déterminé. Cette lame supérieure est suspendue sur des colliers *g,g*, posés sur des excentriques *i,i*, établis sur un axe tournant *h*. Par ce moyen, cette lame supérieure est élevée et abaissée successivement, et reçoit de ces excentriques la pression convenable. On voit de suite que par cette disposition le découpage des tôles s'opère d'une manière à la fois plus avantageuse et plus rapide qu'avec les cisailles ordinaires, et que les pièces ainsi découpées sont d'équerre, droites et égales, qu'elles peuvent être empilées aisément les unes sur les autres, chauffées et passées ensemble entre les cylindres et amenées sous les marteaux.

J'ai dit que la troisième modification que je proposais était relative à un nouveau mode de fabrication des tôles destinées à faire les chaudières ou autres applications.

On sait que dans la fabrication des tôles pour chaudières ou autres objets d'une largeur de $0^m.225$ et au-dessus, le laminage s'opère au moyen de cylindres unis, ce qui donne généralement des bords onduleux, inégaux et défectueux. En outre, ces bords ne sont pas parallèles entre eux, et on est dans la nécessité, pour obtenir des tôles de la largeur indiquée ci-dessus, de laminer des tôles présentant une largeur plus grande que celle requise, et alors d'en affranchir ou parer les bords pour arriver à la largeur voulue; ce qui ajoute nécessairement aux frais matériels de fabrication de ces tôles, et augmente sans nécessité le prix des chaudières. Je me suis donc proposé de fabriquer, par le laminage, des tôles au moyen de cylindres cannelés au lieu de cylindres unis, et en même temps, au lieu de terminer ces tôles aux cylindres cannelés, de les travailler et de les amener presque à terme sur ces cylindres, puis de finir les feuilles sur les cylindres unis.

Je n'ignore pas qu'on s'est servi presque généralement de cylindres cannelés dans la fabrication du fer en barres, et en passant chacune de celles-ci successivement à travers les cannelures décroissantes en diamètre de plusieurs laminoirs; mais je ne crois pas qu'on ait encore appliqué ce mode de fabrication aux tôles.

Dans le laminage des tôles pour chaudières, fer-blanc ou autres usages, qui doivent avoir au delà de $0^m.225$ de largeur, il est important que la feuille soit parfaitement formée et à vive-arête sur les bords, et il faut de plus qu'elle ait un peu moins de largeur que la distance entre les cannelures des cylindres employés; on place la botte entre ces cylindres qu'on éloigne suffisamment pour la recevoir, et à mesure que le laminage s'opère, on rapproche les cylindres l'un de l'autre, jusqu'à ce qu'on ait atteint l'épaisseur que l'on veut donner aux tôles. On poursuit ainsi cette opération avec les mêmes cylindres, et attendu qu'il serait trop dispendieux d'avoir un grand nombre de cylindres portant des cannelures diversement espacées, je me borne à une seule paire portant une ou deux cannelures; mais je les fais en fer doux ou en acier, suivant les circonstances, et je les rapproche par le moyen d'un engrenage pour obtenir un mouvement parfaitement parallèle.

La figure 8 représente une vue en élévation d'une paire de cylindres portant deux cannelures.

La figure 9 en est une coupe transversale.

a,b sont les deux cylindres, *c,c* des roues dentées placées sur la tête des vis de serrage *e,e*; les têtes de ces vis peuvent glisser dans l'œil carré percé au centre de ces roues, lesquelles sont maintenues en place au moyen des appuis à fourchette *f,f*; *g,g* est une autre grande roue dentée qui engrène dans les roues *c,c* et les conduit. Cette roue porte des poignées *h*, au moyen desquelles l'ouvrier peut ajuster la distance de ses cylindres lors de chaque passage des tôles.

Dans l'exécution de ce procédé, il est important que les piles ou bottes présentent, lorsqu'elles approchent de la fin, de bons bords, et dans ce but je mets, lors des premiers passages, une barre sur les bords et des deux côtés de cette pile, de manière à limiter celle-ci

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de part et d'autre, et à arriver enfin au dernier passage à des bords francs et nets, produisant des tôles excellentes pour chaudières.

La quatrième amélioration que je propose est relative à un mode de fabrication des limes ou autres instruments où l'on emploie l'acier. Au lieu de faire ces instruments en fer de Suède, qui est fort coûteux, je les fabrique en fer commun, mais avec un placage en fer de première qualité, qu'on transforme ensuite en acier par les moyens ordinaires.

Perfectionnements dans le traitement des minerais et minéraux qui renferment du soufre.

Par M. W. Longmaid.

Je me suis proposé de perfectionner le mode de traitement qu'on fait subir aux minerais ainsi qu'aux minéraux qui renferment du soufre. Mon invention a pour objet de leur enlever le soufre que les uns et les autres renferment, afin de rendre plus avantageuses pour l'extraction des produits qu'on en retire les autres opérations qu'on leur fait éprouver.

Comme la première partie du traitement que je propose pour enlever le soufre aux minerais qui en contiennent repose sur l'emploi du sel commun, je dois d'abord déclarer que je n'ignore pas qu'on a proposé bien avant moi l'emploi de ce sel en petite quantité (10 à 12 p. 100 du minerai) avec les minerais d'argent, afin de mettre en liberté l'acide chlorhydrique et dissoudre l'argent. Dans ce cas il se forme avec la soude du sel marin un sulfate de soude qu'on retrouve dans les schlichs. Je sais également que dans plusieurs ouvrages de chimie on a proposé de mélanger le sel commun, en quantités comparativement plus faibles, avec les pyrites qui renferment environ 54 p. 100 de soufre, cas dans lequel on a été jusqu'à mélanger 40 p. 100 de sel; mais ces derniers moyens ne paraissent pas avoir été mis en usage, et à vrai dire je ne pense pas qu'ils aient la moindre utilité pratique.

Si j'ai rapporté ces faits, c'est pour faire voir que je ne réclame pas comme mon invention l'emploi en général du sel commun pour chasser le soufre des minerais sulfureux, mais bien la découverte que j'ai faite après un grand nombre d'expériences, que l'emploi du sel ne pouvait avoir d'utilité pratique dans les usines, qu'autant que la quantité de sel qu'on appliquait excédait considérablement en quantité le soufre contenu dans les minerais qu'on voulait traiter ainsi. J'ai remarqué de plus qu'en traitant les minerais par ma méthode avec le sel commun, on avait des oxides métalliques dans un état propre aux opérations métallurgiques, et j'ai pu, par ce moyen, obtenir plus avantageusement les produits métalliques des minerais sur lesquels j'opérais, que lorsque je leur appliquais les moyens actuellement en usage, et avec ce grand avantage que par ce mode de traitement appliqué aux minerais, j'enlève une plus grande proportion du soufre contenu dans ceux-ci, tout en convertissant le sel marin en sulfate de soude.

Afin de donner une idée plus nette de ma méthode, je vais décrire les moyens que j'ai adoptés en faisant remarquer toutefois que cette méthode peut être appliquée utilement aux minerais contenant 15 à 20 p. 100 de soufre, et même dans certains cas moins que ces proportions, et qu'elle est avantageuse, soit avant, soit après que ces minerais ont éprouvé l'action de la chaleur, pourvu que la quantité de soufre qui reste soit égale en centièmes aux chiffres ci-dessus mentionnés.

D'abord les minerais et minéraux qu'il convient de traiter par cette méthode, sont, comme il a été dit précédemment, ceux qui renferment du soufre, particulièrement les pyrites de fer, les minerais de cuivre, de plomb, d'étain, les pyrites de fer qui contiennent du soufre combiné au cuivre, à l'étain; les minerais de cuivre où l'on trouve du sulfure de fer ou d'étain, des minerais de plomb combinés avec le sulfure de cuivre, ceux d'étain contenant du sulfure de cuivre ou de fer, etc.

En second lieu, je dirai que le traitement de ces minerais a besoin d'être exécuté dans des fourneaux de forme convenable. Celui auquel je donne la préférence est le fourneau à réverbère ayant quatre soles, dont chacune est successivement à un niveau plus élevé que celle qui la précède, à partir du foyer jusqu'à l'extrémité du fourneau. Au reste, la forme de celui-ci peut varier tout en conservant le principe de ma méthode; seulement, quand on se sert du fourneau à réverbère dont il vient d'être question, on introduit le minerai et le sel sur la sole la plus éloignée du foyer, afin que le soufre dégagé à une température comparativement peu élevée, puisse être attaqué par le sel; et comme les minerais sur lesquels on opère nécessitent une élévation successive de la tem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pérature pour en chasser le soufre, il s'ensuit qu'ils doivent être amenés progressivement sur une sole de plus en plus chaude dans le fourneau.

Les fig. 10 et 11, pl. 52, représentent la section longitudinale et le plan du fourneau auquel j'accorde la préférence pour l'application de ma méthode. Ce fourneau peut avoir environ 20 mètres de longueur et 3 mètres d'avant en arrière dans œuvre, avec plusieurs ouvertures pour permettre de remuer et de travailler de temps à autre les matières qu'on y dépose. J'ai remarqué que la vapeur qu'on introduisait de temps à autre sur la charge qui est la plus voisine du foyer produisait des effets avantageux, en ce qu'elle provoquait l'oxidation des minerais et l'évolution de l'acide chlorhydrique, mais j'ajoute aussi qu'elle n'est pas absolument nécessaire.

Pour procéder suivant ma méthode, il est préférable que les minerais soient réduits en morceaux qui passent à travers un crible dont les mailles ont environ un centimètre. Cette réduction n'est pas toutefois indispensable dans toutes les occasions. Le sel a besoin d'être séché avant d'être mélangé aux pyrites ou autres minerais sulfureux, et pour cela on le place sur le conduit d'une cheminée, un carneau, ou de toute autre manière où l'on peut profiter de la chaleur perdue d'un foyer. L'objet de cette dessiccation est de prévenir sa décrépitation dans le fourneau.

Après s'être assuré par des essais et sur un échantillon bien préparé de minerai, de la quantité de soufre qu'il renferme, on pèse, je suppose, un tonneau de sel, et on y ajoute la quantité de minerai sulfureux nécessaire pour la conversion du sel en sulfate de soude, et on mélange intimement. La quantité de soufre requise pour convertir un tonneau de sel marin en sulfate de soude, est, par le calcul, d'environ 260 kilog.; mais comme tout le soufre, à ce que je présume, même par les manipulations les plus soignées, ne peut pas décomposer tout le sel, il convient que ce soufre soit en excès et en quantité supérieure à celle indiquée ci-dessus : et, quoiqu'on puisse travailler avantageusement en employant une quantité beaucoup moindre de sel relativement au soufre, j'ai cependant trouvé que, dans tous les cas, le sel devait considérablement excéder le poids connu du soufre contenu dans le minerai qu'on traite.

Le mélange d'environ deux tiers du minerai nécessaire pour le sel employé est alors placé sur la sole la plus élevée du fourneau, c'est-à-dire sur la sole qui est la plus éloignée du foyer, où on le laisse jusqu'à ce qu'il soit bien pénétré par la chaleur, alors on commence à le retourner de temps à autre afin qu'il y ait contact successif de ce mélange avec l'air atmosphérique qui traverse le fourneau. A des intervalles à peu près égaux et à plusieurs reprises pendant le temps que les matières restent sur la sole supérieure, on ajoute la quantité restante de minerai. Par ce moyen, on facilite la rapidité et l'efficacité de l'opération, et on obtient quelque économie sur le combustible.

Il est impossible de fixer la quantité exacte de minerai requise, attendu qu'elle varie suivant la proportion de soufre que le dernier renferme, et des matières étrangères qui s'y trouvent associées, mais en général j'emploie, ainsi que je l'ai dit, une quantité de minerai contenant au moins 260 kilog. de soufre par tonneau de sel.

Moins le minerai renferme d'arsenic, meilleur il est, quoique la présence de cette matière ne présente pas de difficultés insurmontables, surtout si elle se trouve associée à quelques centièmes de cuivre.

On met dehors toutes les 24 heures la charge qui se trouve sur la sole la plus basse ou la plus voisine du foyer, et chacune des trois autres charges qui restent encore dans le fourneau est poussée sur la sole inférieure et immédiatement adjacente à celle qu'elle occupait : en même temps on met une nouvelle charge sur la sole supérieure, en ayant l'attention de travailler chaque charge à son tour avec le ringard. On entretient un feu vif pendant tout le temps dans le fourneau, et une soupape appliquée dans la cheminée sert à régulariser la marche de l'opération.

A mesure que la décomposition du sel et du minerai fait des progrès, le mélange est soumis à une température croissante en le faisant tomber d'une sole sur la suivante jusqu'à ce qu'il soit voisin du feu. L'opération paraît marcher au mieux lorsque le mélange sur la dernière sole a été amené à un état semi-pâteux, ou quand la masse a une tendance à s'agglomérer et paraît être humide à la surface. L'accroissement de la température à laquelle le mélange se trouve exposé en cet endroit, fait qu'il sèche assez promptement, de façon qu'on l'amène aisément à un état granulaire.

Le résidu ou les cendres qu'on obtient, renferment du sulfate de soude, du chlorure de sodium, des oxides de fer, un sel soluble de cuivre, et de l'oxide

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'étain, s'il y en avait dans le minerai, et dans le cas où celui-ci est la pyrite de fer : si c'est un minerai différent, les produits ne sont plus les mêmes. En lessivant ces cendres dans l'eau, on obtient une solution qui renferme du sulfate de soude, du chlorure de sodium et le sel de cuivre. Les résidus insolubles contiennent les oxides de fer et d'étain.

Si l'oxide d'étain est présent dans le minerai, on peut le séparer des résidus par des lavages; le poids spécifique plus considérable de son oxide rend cette séparation assez facile. Le cuivre est séparé aussi de la solution, soit par le fer et les moyens ordinaires, soit, comme je le préfère, par l'addition de chaux éteinte dans l'eau en quantité suffisante pour former un lait de chaux. Le fer précipite le cuivre sous forme métallique, mais la chaux le précipite sous celle d'oxide, associé avec le petit excès de chaux qu'on emploie nécessairement et à une faible portion de sulfate de chaux. Ce précipité ayant été séparé par filtration de la liqueur, est lavé avec soin pour opérer la séparation complète du sulfate de soude, du chlorure de sodium, et les liqueurs obtenues sont employées à la lixiviation de nouvelles cendres.

Le résidu est volumineux, la filtration et la dessiccation en diminuent considérablement le volume; dans cet état il est propre aux opérations de réduction mises en usage dans les procédés métallurgiques ordinaires.

La solution dont on a séparé le cuivre peut, au besoin, être concentrée par l'ébullition, et mise à part dans des vases convenables pour cristalliser; là on en obtient de très beaux cristaux de sulfate de soude. Les eaux mères peuvent encore être concentrées et mises à part pour cristalliser, ou bien employées, si l'on veut, à la fabrication du sel de soude ou de la soude impure, par les moyens qui sont bien connus.

Si l'on veut simplement convertir le sulfate de soude en soude impure, on fait couler les solutions concentrées obtenues dans un vaste bac où l'on a mis une quantité de chaux vive nécessaire pour qu'en s'éteignant elle évapore ou solidifie l'eau de la solution; mais si cette solution est trop faible pour que la chaleur dégagée de la chaux ne suffise pas pour chasser toute l'eau, cette chaux, après avoir reçu la quantité d'eau suffisante pour l'éteindre et la reduire à l'état de pâte épaisse qui ressemble à un mortier compacte, peut être jetée sur le carneau de l'un des fourneaux de l'usine, afin de profiter de la chaleur perdue, et y être évaporée en y ajoutant graduellement le reste de la liqueur.

On obtient par ce moyen un mélange du sulfate de soude avec son équivalent de chaux plus parfait que cela n'a lieu par le procédé ordinaire, où l'on mélange seulement la chaux délitée avec le sulfate de soude sec et en poudre.

Le mélange de sulfate de soude et de chaux, traité avec les quantités nécessaires de matière charbonneuse avant d'être mis sur la sole du four à soude, est alors dans l'état où on l'emploie ordinairement pour cette opération.

Perfectionnements dans la fabrication des étoffes propres à faire des outils et instruments tranchants.

Par M. J. Boydell, maître de forges.

Pour la fabrication des outils ou instruments tranchants telle qu'on la pratique aujourd'hui, on est dans l'usage de fabriquer la lame ou la partie coupante tout entière en acier, ou bien de souder sur du fer une lame d'acier qui en constitue le tranchant. Dans ce dernier cas on fabrique chaque lame, branche ou partie d'outil séparément, avec perte de beaucoup de travail, de temps et de combustible.

Je propose de laminer des combinaisons d'acier et de fer de manière qu'on n'ait plus qu'à découper les barres ou feuilles pour en fabriquer à la forge des lames ou parties coupantes d'outils tranchants. Pour cela je supperpose des barres d'acier et de fer, je chauffe au blanc soudant, je passe aux cylindres et convertis en lames, planches, etc., où l'acier se trouve en couche mince sur l'une ou l'autre face extérieure, ou entre deux surfaces en fer, suivant la nature des outils qu'on se propose de fabriquer. Voici du reste quelques détails sur ce perfectionnement.

Pour mettre l'invention en pratique je prends une barre d'acier que je pose sur une barre, ou entre deux barres semblables de fer doux, je multiplie le nombre de ces barres de fer suivant le degré d'épaisseur que je veux donner à celui-ci relativement à l'acier; j'introduis le fagot ainsi formé dans un fourneau convenable, où je le chauffe au blanc soudant. Ce travail se fait absolument de la même manière que celui des forges dans lequel on double et soude des fers dans la fabrication du fer en barres. Lorsque le fagot est arrivé au blanc soudant, je le fais passer entre des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cylindres cannelés comme à l'ordinaire, et j'obtiens ainsi une barre de fer et acier dont la dimension dépend de l'espèce d'outils qu'on veut fabriquer avec les métaux ainsi combinés.

Quand j'ai obtenu ainsi des barres, je les coupe en morceaux, et j'obtiens à la forge les fers ou lames des outils ou instruments que je veux fabriquer, je trempe et j'aiguise à la meule comme pour les outils ordinaires.

Dans les outils à fer plat et quelques autres articles où l'acier, pour le tranchant, ne doit s'étendre qu'à une certaine distance du bord, je n'applique pas la barre d'acier sur toute la surface de celle de fer, mais seulement près de l'un de ses bords, ou autrement, de manière que, lorsqu'on fabriquera les outils, il n'y ait d'acier qu'à la distance nécessaire.

C'est de cette manière que j'ai fait fabriquer des haches, hachettes, doloires, couperets, croissants, houes, paroirs, couteaux, ciseaux, gouges, planes, faux, rasoirs, cisailles, faucilles, etc.

Les barres qui ont de l'acier sur une face sont destinées à la fabrication des outils où le tranchant est d'un côté et où le biseau se prolonge jusqu'à l'autre bord, ainsi qu'on le voit dans la fig. 12, pl. 31 où *a* indique la lame d'acier et *b* le fer. Tandis que celles où l'acier est entre deux fers comme dans la fig. 13 sont propres aux outils où le tranchant au milieu est entre deux biseaux, un de chaque côté.

Par ce moyen il y a économie dans la fabrication des outils, d'abord sous le rapport de la main-d'œuvre et ensuite sur la quantité d'acier employée qui n'est que rigoureusement celle nécessaire pour donner le tranchant et la fermeté aux outils.

Je décrirai maintenant la manière dont je m'y prends pour fabriquer les fers de bêche ou de pelles en métal.

Dans cette fabrication on a été jusqu'à présent dans l'usage de façonner des mises, formes et demi-formes qu'on forge séparément, garnit d'acier et soude ensuite au marteau ou aux cylindres. Le moyen que je propose consiste à fabriquer plusieurs formes et demi-formes dans une même barre, et d'appliquer de l'acier, soit entre les demi-formes, soit sur une des faces des formes. Pour fabriquer les formes, je prends d'abord une barre de fer à laquelle on a donné, au marteau, la figure convenable, et alors, avec un marteau à carne ou entre deux surfaces qui le compriment, je lui fais prendre le profil indiqué dans la fig. 14, les parties supérieure et inférieure restant plates. Cela fait, je passe cette barre, suivant sa longueur, entre des laminoirs qui l'étendent et lui donnent la forme fig. 15, et en découpant, suivant les lignes ponctuées *a* et *b*, j'ai autant de formes ou demi-formes, suivant l'épaisseur du métal, qu'il y a de subdivisions.

Dans le cas de demi-formes, je soude ensemble deux barres semblablement façonnées, fig. 15, en ayant soin de ne pas unir les portions *b* qui doivent former les douilles, en interposant entre elles un peu d'argile. Quand on veut que ces bêches soient aciérées, on couche entre les demi-formes *a*, *a*, une feuille mince d'acier suffisamment grande pour former deux bêches, et quand l'acier ne doit occuper qu'une des faces, on soude une planche d'acier sur un des côtés de la barre de formes, fig. 15, on place dans un fourneau, on élève à la chaleur blanche et passe entre des cylindres qui en soudent toutes les parties, excepté celles où l'on a répandu de l'argile pour tenir les douilles séparées.

Voici encore un moyen que je propose pour fabriquer les outils et instruments tranchants.

Je fais fondre du fer malléable dans un fourneau à vent et je transforme de nouveau en fer, en affinant et puddlant cette fonte, l'étirant en barres, puis la convertissant en acier. Dans ce procédé je donne la préférence au fer de riblons que j'introduis dans un cubilot et que je transforme en guesets de fonte. Alors je procède au puddlage, ainsi qu'on le pratique pour la fonte ordinaire obtenue directement du minerai, puis au moyen de cylindres ou de marteaux, je tire le fer en barres et je le convertis en acier par les moyens connus, ce qui me procure un acier excellent pour la fabrication des outils et instruments tranchants et d'un prix bien moins élevé quand on le compare à celui qui sert actuellement à la fabrication.

Sur la présence du sulfate d'étain dans l'acide sulfurique.

Par M. A. Dupasquier.

Tout le monde sait que les acides sulfuriques du commerce contiennent du plomb, du fer et souvent de l'arsenic; mais je ne sache pas qu'on y ait encore indiqué l'existence de l'étain.

Ce métal cependant peut être retiré en quantité assez notable de la plupart des acides sulfuriques du commerce, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il n'est pas inutile qu'on soit prévenu de cette circonstance qui peut exercer des influences, dont il faut tenir compte dans plusieurs opérations industrielles, et particulièrement dans celles de la teinture.

J'ai trouvé, en effet, du sulfate d'étain dans tous les acides sur lesquels j'opérais, quand je me suis occupé des recherches que j'ai publiées sur l'acide sulfurique arsénifère; et voici comment: pour précipiter l'arsenic de ces acides, je les étendais de deux ou six fois leur poids d'eau, puis j'y faisais passer un courant d'acide sulfhydrique : il se formait alors un précipité d'un brun jaunâtre, quand l'acide contenait de l'arsenic; le précipité était moins abondant et d'un brun plus foncé quand l'acide n'était pas arsénifère.

Dans la pensée qu'il se formait un sulfure de plomb et que c'était à ce composé qu'il fallait attribuer la coloration brunâtre du sulfure d'arsenic, j'ai traité par l'acide azotique les précipités obtenus par l'action de l'hydrogène sulfuré sur les acides sulfuriques du commerce, et j'ai constamment obtenu un résidu blanc insoluble dans l'eau, soluble dans l'eau régale et dont la dissolution dans ce dernier liquide présentait tous les caractères des dissolutions nitro-muriatiques d'étain. Quant à la dissolution opérée par l'acide azotique, c'était seulement de l'acide arsénique quand ce sulfure d'étain était mélangé au sulfure d'arsenic.

Ayant constamment trouvé du sulfure stanneux dans les acides sulfuriques soumis aux essais qui viennent d'être indiqués, je me suis demandé d'où provenait l'étain dissous dans ces acides et je n'ai pas tardé à découvrir son origine. Le sulfate d'étain que contiennent ces acides est tout simplement le résultat de l'action qu'ils exercent sur les soudures des chambres de plomb. On sait, en effet, que ces soudures sont promptement corrodées par les vapeurs acides avec lesquelles elles sont constamment en contact.

La présence de l'étain dans les acides sulfuriques du commerce explique pourquoi l'on a trouvé quelquefois des traces de ce métal dans les couperoses ou sulfates ferreux du commerce.

En résumé, l'étain doit être placé au nombre des métaux qui se trouvent accidentellement dans l'acide sulfurique. Le métal qui y existe à l'état de sulfate stanneux provient de l'action de cet acide sur les soudures des chambres de plomb.

Du bleu de cobalt, dit outremer de cobalt.

Par M. C.-H. Binder.

Quoique les outremers artificiels qu'on prépare actuellement en France, à Meissen, à Nuremberg et sur les bords du Rhin, soient d'une beauté et d'un prix qui sont devenus funestes à l'outremer ou bleu de cobalt, et en ont considérablement réduit la consommation, cependant, toutes les fois qu'il s'agit d'employer un bleu durable, qui résiste à la lumière, à la chaleur, à l'humidité, aux vapeurs de toute espèce, il a été impossible de remplacer celui-ci, attendu que les outremers artificiels, surtout quand on les expose au dehors aux alternatives de température, perdent peu à peu leur belle nuance, ce qui n'a jamais lieu avec le bleu de cobalt. Les premiers, exposés à des vapeurs acides, se décomposent, pâlissent, tandis que le bleu de cobalt n'éprouve aucune altération de la part des acides les plus puissants; avantages qui sont assez manifestes pour faire ressortir le mérite du bleu de cobalt et pour en assurer l'emploi.

Le procédé et la formule qui vont suivre m'ont toujours fourni un beau produit bien égal; et comme le moyen de préparation dans les fabriques de bleu de Saxe est encore un secret, j'ai pensé que la communication que je fais, et d'après laquelle chacun pourra travailler, ne sera pas dépourvue d'intérêt.

On dissout dans un vase de terre ou de plomb 6 kilog. d'alun, bien exempt de fer, on filtre la solution bouillante, qu'on verse dans une cuve qui peut avoir $1^{m}.50$ de hauteur sur $0^{m}.80$ de diamètre, qu'on remplit aux trois quarts d'eau bien pure et totalement libre des sels de fer pour s'opposer à la cristallisation de l'alun. Dans cet état, on en précipite l'alumine avec une dissolution de potasse, on achève de remplir la cuve d'eau, on laisse reposer, décante la liqueur surnageante, renouvelle l'eau, et continue ainsi le lavage jusqu'à ce que du chlorhydrate de baryte n'indique plus la moindre trace d'acide sulfurique.

Dans cet état, on prend $0^{kil}.500$ d'oxide de cobalt, que les fabriques de bleu de la Saxe livrent au prix de 22 à 25 francs le 1/2 kilog., et on dissout dans $1^{kil}.500$ d'acide chlorhydrique de 22° Baumé, on évapore à siccité, on redissout une seconde fois dans 3 kilog. du même acide, et on expose à l'action du gaz sulfhydri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que pour séparer les particules de métaux étrangers ; on filtre, on évapore encore à siccité, on dissout dans l'eau, de façon que la dissolution, par une température de 15 à 16°, s'arrête à 12° de l'aréomètre ; ce qui donnera environ 4kil.50 à 5 kilog. de dissolution.

Ces préparations étant faites, on prend 3, 4, 5 ou 6 kilog. de cette dissolution d'oxide de cobalt, suivant qu'on veut obtenir une couleur moins ou plus foncée, qu'on précipite après avoir considérablement étendu d'eau par l'ammoniaque caustique, en ayant toutefois bien soin de ne pas ajouter un excès d'alcali, attendu qu'on redissoudrait le cobalt. Le précipité qu'on obtient ainsi est lavé abondamment, puis démêlé avec la plus grande attention, et en agitant continuellement dans l'eau qui renferme l'alumine en gelée de 6 kilog. d'alun. On continue à remuer sans interruption pendant une demi-heure, afin que ces deux précipités s'unissent de la manière la plus intime.

Si la liqueur qui surnage après que les matières se sont déposées a pris une couleur rougeâtre, c'est une preuve qu'un peu de cobalt a été dissous : alors il faut ajouter une petite quantité d'ammoniaque caustique, laisser déposer, décanter et laver encore une fois à l'eau pure. Le précipité est alors jeté sur un filtre de toile fine, soumis à la pression et séché dans un four dans des plats de terre, et enfin exposé dans des creusets en terre pendant deux heures à deux heures et demie à une chaleur rouge, en observant toutefois de ménager aux couvercles qu'on appose sur ces creusets pour éviter qu'il ne tombe des impuretés, et qu'on lute avec de la terre, une petite ouverture pour assurer une évacuation aux gaz qui se dégagent.

Après le refroidissement, l'outremer ainsi obtenu est réduit en poudre fine dans un moulin, séché, broyé à la molette et tamisé ; 6 kilog. de solution de cobalt donnent la plus belle sorte ; 5 kilog. la sorte plus pâle. Le produit obtenu s'élève en moyenne à 1 kilog., et pour les deux premières sortes à 60 ou 80 gr. de plus.

Les conditions pour réussir uniformément, sont avant tout un oxide de cobalt aussi exempt qu'il est possible de nickel, quoiqu'une faible quantité de ce métal n'ait pas un effet bien nuisible ; une eau claire, pure, bien exempte de fer et que je recommande, ainsi que je l'ai toujours pratiqué, de passer à travers une flanelle épaisse, et enfin une excessive propreté. Il faut également veiller à ce qu'il y ait dilution convenable lors de la précipitation de la laque d'oxide de cobalt, et à ce qu'on agite d'une manière soutenue lors du mélange des précipités, attendu qu'on obtient alors ceux-ci beaucoup plus volumineux et bien plus légers.

On sait qu'on obtient aussi avec le phosphate d'oxide de cobalt et l'alumine un bel outremer, qu'on appelle bleu Thénard parce qu'il a été découvert par ce célèbre chimiste.

Sur l'huile de pommes de terre et la désinfection des eaux-de-vie.

Par le professeur J. W. Dœbereiner.

On sait que l'eau-de-vie de pommes de terre infectée de la saveur désagréable à laquelle on a donné le nom de *fusel*, s'améliore beaucoup, tant sous le rapport du goût que sous celui de son odeur, lorsqu'on la mélange avec la dixième partie de son volume de vinaigre et un peu d'acide sulfurique, et qu'on distille au bout de quelques jours.

On croyait autrefois et on croit encore que, par ce procédé, il se forme un peu d'éther acétique (acétate d'oxide d'éthyle) et que c'est là la cause de l'amélioration de l'eau-de-vie. C'est une erreur, car il ne se forme que très-peu ou même pas du tout d'éther acétique, mais bien de l'acétate d'oxide d'amylole, qui a une odeur et une saveur tellement agréables de fruit qu'on peut l'employer pour parfumer les appartements et pour la fabrication des ratafias de fruits. L'énergie avec laquelle l'oxide d'amylole se combine, avec l'acide acétique, est infiniment plus considérable que celle qu'exerce l'oxide d'éthyle et n'a pas besoin, ainsi que ce dernier, pour être active, du concours d'un acide minéral.

L'action du chlorure de chaux sur l'eau-de-vie atteinte de *fusel* que j'ai découverte, il y a plus de trente-six ans, n'a pas d'autre origine, attendu que l'oxide hydraté d'amylole ou huile de pommes de terre est métamorphosée par le sel et transformée ainsi en une substance éthérée d'une saveur agréable.

Des charbons de bois ou d'os parfaitement calcinés ne séparent l'huile de pommes de terre d'une manière un peu complète, dans l'eau-de-vie qui la renferme, que lorsque ce liquide a été préalablement étendu d'eau, au moyen de quoi, la force avec laquelle l'alcool retient cette huile en solution se trouve ainsi affaiblie. Dans l'eau-de-vie ou l'al-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cool un peu concentrés cette huile ne saurait en être séparée par aucune espèce de charbon.

La manière la plus simple pour enlever à l'eau-de-vie le fusel consiste à le rectifier dans l'appareil désinfectant de Pistor. On recueille ainsi, comme produit secondaire, l'huile du fusel en si grande abondance, qu'on peut en faire usage comme matière combustible dans l'éclairage, à cause de la flamme brillante qu'elle donne en brûlant, ou à d'autres usages techniques. J'ai reçu, il y a quelque temps, plusieurs litres de cette huile d'un établissement de désinfection des eaux-de-vie de Magdebourg, et j'ai pu en étudier les propriétés, principalement sous le rapport de la purification des eaux-de-vie de pommes de terre; les résultats que j'ai obtenus sont ceux dont il a été question plus haut, et, en outre, j'ai pu me convaincre complétement de l'exactitude de l'opinion de MM. Cahours et Dumas, d'après laquelle le fusel des eaux-de-vie de pommes de terre est analogue à l'alcool et à l'esprit de bois.

Je nommerai cette huile, à cause de son analogie, *amylole*, et je ferai seulement remarquer qu'elle se comporte avec le noir de platine (c'est-à-dire du platine métallique dans un grand état de division et ayant un aspect noir) de la même manière que les esprits de vin et de bois, c'est-à-dire que lorsqu'on la met en contact avec ces liquides, en présence de l'air atmosphérique ou de l'oxigène, elle absorbe 4 atomes de ce gaz et forme 1 atome d'acide valérianique, et 3 atomes d'eau.

Dans une fabrique allemande de vinaigre, j'ai remarqué, il y a quelque temps, une odeur très-prononcée d'acide valérianique, et j'ai découvert bientôt que, pour la préparation du vinaigre, on se servait d'eau-de-vie de pomme de terre non désinfectée. Il serait certainement digne d'intérêt de rechercher si, dans les mères à vinaigre, il n'y aurait pas que l'alcool seul, mais encore l'huile de pommes de terre ou amylole, qui fût oxigéné, et si on ne trouverait pas dans le commerce des vinaigres d'alcool renfermant de l'acide valérianique. Il paraît vraisemblable que l'esprit de bois, étendu de beaucoup d'eau, pourrait s'oxider dans ces appareils et se transformer en acide formique, c'est une expérience que je conseille de tenter aux personnes qui sont en position de le faire.

Considérations sur les causes qui amènent la coloration de l'huile de cotonnier.

Par M. A. Nitivell.

Dans une note précédente (voir *le Technologiste*, t. IV, p. 491), j'ai indiqué qu'on pouvait obtenir l'huile de cotonnier beaucoup moins colorée en soumettant à l'expression sans l'aide de la chaleur la graine décortiquée. Les observations qui vont suivre me donnent lieu d'espérer de nouveaux avantages d'une grande simplicité, puisqu'il serait possible d'obtenir l'huile sans coloration par la simple expression.

L'huile contenue dans les graines de cotonnier n'est point colorée. La coloration n'est que le résultat de l'oxidation lente occasionnée par l'air sur une matière verte fixée dans les graines. Lorsque celles-ci sont nouvelles ou exemptes d'altération, l'amande est blanche ou légèrement verdâtre. La matière qui plus tard, par sa transformation, colore l'huile, apparaît disséminée dans cette partie de la graine sous forme de petits points globuleux d'un vert foncé. Par suite d'une réaction qui s'opère sous l'influence de l'air, ces globules subissent peu à peu et à mesure que les grains vieillissent une coloration rouge; cette métamorphose amène dans l'huile, lors de l'expression des graines, une coloration d'autant plus intense, qu'on a recours à la chaleur.

Il est facile de voir qu'on peut, en évitant ces réactions, obtenir l'huile sans coloration, comme celles que donnent les autres graines oléagineuses. Pour cela, quelques précautions seraient à prendre: 1° ne faire usage, autant que possible, que de graines de l'année, afin d'éviter la présence des graines avariées (1), qui seules colorent l'huile; 2° ne décortiquer et réduire en poudre la graine qu'au fur et à mesure du besoin; 3° enfin obtenir l'huile par l'expression sans l'aide de la chaleur; mais comme dans une extraction en grand il ne serait pas toujours possible d'agir sur des graines entièrement dépourvues

(1) Des graines anciennes, qui pouvaient avoir 3 ou 4 ans, contenaient jusqu'à 40 p. 0/0 de graines entièrement avariées, reconnaissables à la couleur brun foncé de leurs amandes, à la coloration rouge intense des petits points globuleux, et à la réaction acide qu'elles avaient sur le papier bleu de tournesol; indépendamment de la coloration que les vieilles graines donnent à l'huile, elles lui communiquent une odeur désagréable qu'on pourrait lui croire inhérente, mais qui n'est que le résultat de la fermentation d'une matière azotée contenue dans l'amande.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'altérations, on pourrait y remédier en arrosant les amandes au moment de les réduire en poudre avec un ou deux pour cent de carbonate de potasse ou de soude dissous dans un peu d'eau, ou bien encore avec la même quantité de lessive de soude étendue. On pourrait également faire macérer pendant quelques heures les amandes entières dans une solution faiblement alcalisée ; une fois égouttées, on extrairait l'huile. Par ces moyens simples, l'acidité développée dans quelques graines serait neutralisée, l'huile qu'on obtiendrait d'après la théorie de ces indications n'aurait qu'une teinte verdâtre, toute la matière verte resterait fixée dans le tourteau à cause de son insolubilité. Cette huile s'épurerait facilement, et deviendrait d'un beau jaune en l'agitant à froid pendant quelques instants avec 2 p. 0/0 environ de lessive de soude caustique à 30° aréom. Il ne resterait plus qu'à la passer au travers d'une chausse en feutre pour l'obtenir parfaitement limpide.

Note sur un nouveau procédé d'essai de l'huile d'olive proposé par M. Gobley.

Par M. Mialhe.

On sait que de tous les moyens proposés jusqu'ici pour reconnaître la présence de l'huile blanche dans l'huile d'olive du commerce, le meilleur est sans contredit celui de M. Poutet, lequel n'est cependant pas exempt de reproches ; car outre qu'il ne permet pas de préciser dans quelles proportions exactes les deux huiles ont été mélangées, et qu'il exige une manipulation longue, il manque encore quelquefois son effet.

On pourrait, il est vrai, selon nous, régulariser ce mode d'essai, et partant faire cesser ce dernier inconvénient ; il suffirait pour cela de préparer le réactif mercuriel dans des circonstances telles que sa composition fût identiquement la même ; mais même alors ce procédé aurait toujours le grave défaut de ne pas indiquer par un nombre la quantité d'huile d'œillette ajoutée à l'huile d'olive, dont on désire connaître la pureté.

Le nouveau procédé que M. Gobley a présenté à la Société de pharmacie de Paris peut être mis en pratique dans un temps beaucoup plus court que celui de M. Poutet. Il permet de plus de constater la présence des plus petites quantités d'huile blanche dans l'huile d'olive, et d'apprécier sensiblement dans quelles proportions les deux huiles ont été mélangées. Ce moyen consiste dans l'emploi d'un instrument que M. Gobley nomme *élaïomètre*, et dont la construction est fondée sur la différence qui existe entre l'huile d'olive et l'huile blanche sous la rapport de la densité. Cet instrument est un aréomètre dont la boule, qui a une assez grande ampleur, est surmontée d'une tige mince. En raison de cette construction, l'instrument est d'une très-grande sensibilité. Il est construit de telle manière que la température de 10° R. au 12° 5 C. Il affleure à 0 dans l'huile d'œillette pure, qui est la plus dense, et à 50° dans l'huile d'olive pure, qui est la plus légère. L'intervalle entre 0 et 50° a été divisé en 50 parties égales. Le 0 est placé au bas de la tige, et le 50 à la partie supérieure.

L'auteur a préféré faire graduer l'élaïomètre pour la température de 10° R. ou 12° 5 C., qui est la température ordinaire des caves où sont placés ces produits.

Pour faire l'expérience, il faut se placer dans une pièce où il n'y ait pas de courant d'air, et dont la température soit peu éloignée de celle à laquelle on veut opérer. On place ensuite l'huile dans une éprouvette à pied en cristal, d'un diamètre assez grand pour que la distance entre la paroi intérieure de l'instrument soit de deux centimètres au moins tout autour. L'huile doit arriver jusqu'à 10 millimètres au-dessous du bord supérieur. On place l'éprouvette remplie d'huile dans un bain-marie contenant de l'eau, laquelle doit s'élever jusqu'à la hauteur que l'huile doit atteindre lorsque l'instrument y sera plongé. L'eau qui est destinée à servir de bain-marie doit être à une température très-voisine de celle à laquelle on veut faire l'expérience. Il va sans dire qu'il faut la réchauffer si la température est au-dessous de celle à laquelle on veut opérer, et la refroidir si elle est au-dessus ; on arrive aisément à ce but à l'aide de deux bons thermomètres, l'un plongeant dans l'huile et l'autre plongeant dans l'eau. Quand, par une agitation convenable, on est parvenu à donner à l'huile et à l'eau une température sensiblement égale, on enlève le thermomètre placé dans l'huile, et on le remplace par l'élaïomètre. Il faut veiller à ce que cet instrument s'enfonce de manière à occuper le centre de l'éprouvette et qu'il n'en touche pas les parois. Lorsqu'il cesse de descendre, on le fait plonger d'un degré seulement ; s'il reste à ce degré sans remonter, on le fait plonger d'un second degré, alors

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il remonte. Ces précautions sont nécessaires pour vaincre la résistance que l'huile tend à opposer.

Quand l'instrument est bien fixe à son point d'affleurement, on regarde le degré qu'il marque. Il faut lire, non le degré qui se trouve au sommet de la courbe que forme le liquide contre les parois de l'instrument, mais au-dessous du niveau réel du liquide.

L'élaïomètre doit être soigneusement essuyé après chaque opération, sans quoi les matières qui resteraient à sa surface augmentant son poids, le rendraient moins juste, inconvénient d'autant plus marqué que l'instrument est par lui-même très-sensible.

Pour avoir des résultats exacts, il faut opérer comme il vient d'être dit; mais si l'on ne veut avoir que des résultats approximatifs, on peut se contenter de plonger l'élaïomètre dans l'huile, après avoir pris exactement la température avec un bon thermomètre. Pour faire l'essai de cette manière, il est indispensable de se placer dans un endroit dont la température soit très-voisine de celle de l'huile.

Si en opérant à 12°5 C. l'instrument s'arrête à 50°, on peut être certain que l'huile soumise à l'analyse est pure; mais si au lieu de s'arrêter à 50° l'élaïomètre s'arrête au-dessous, on peut en conclure que l'huile est mélangée.

Quand on aura opéré à une température supérieure à 12° 5 C., il faut tenir compte de la température de l'huile et du degré auquel l'instrument s'arrête, et ramener l'opération comme si elle avait été faite à celle de 12°5.

M. Gobley s'est assuré par l'expérience, que le mélange à proportions variables d'huile d'olives et d'huile blanche, se dilate d'une manière sensiblement proportionnelle au degré de l'élaïomètre entre 10 et 15° R. ou 12°5 et 18°75 C., et que cette dilatation est de 4°5 de l'instrument pour chaque degré de l'échelle de Réaumur, et de 5°6 pour chaque degré de l'échelle centigrade.

Il s'en suit donc qu'en opérant avec l'échelle de Réaumur, pour ramener l'opération à la température de 10°, il suffira de déduire du nombre donné par l'instrument 4°5, qui exprime la dilatation de l'huile pour un degré de l'échelle de Réaumur autant de fois qu'il y a de degres entre celle de 10° et celle à laquelle on aura opéré. Ainsi, si on a opéré à la température de 15° R., et obtenu 65,5 on diminuera le nombre 4°5 trois fois, c'est-à-dire 13,5 du nombre 65,5 obtenu; on aura alors 50°, ce qui indique que l'huile essayée était pure.

Si on opère avec l'échelle centigrade, pour ramener l'opération à 12°5, il faut déduire 5°6 autant de fois qu'il y aura de degrés entre 12,5 et la température à laquelle on aura opéré. Ainsi, si on avait opéré à 16°25, on diminuerait 5°6 multiplié par 3°75 ou 15°5 du nombre 63°5, et on aurait alors 50° comme dans le cas précédent.

Mais si au lieu d'obtenir 50° on avait obtenu 41°, on serait certain que l'huile a été mélangée, et en multipliant par 2 le nombre qui est la différence entre 41° et 50°, on reconnaîtrait que l'huile essayée contient 18 p. 100 d'huile blanche. Si au contraire elle ne marquait que 53°, c'est qu'elle contiendrait une proportion encore plus grande d'huile blanche, c'est-à-dire qu'elle en renfermerait 30 p. 100, la différence de 53 à 50 étant 15, nombre qui, multiplié par 2, égale 30.

Le seul reproche fondé que l'on puisse faire à la méthode analytique proposée par M. Gobley, est relatif aux huiles d'olives obtenues par fermentation; ces huiles ont une densité moindre que l'huile d'olives pure, puisque, d'après l'auteur, elles marquent de 54 à 56° à l'élaïomètre, de sorte qu'on pourrait les ajouter à l'huile blanche, de manière à amener leurs densités à celle des huiles d'olives de bonne qualité. Mais, ainsi que le fait très-judicieusement remarquer M. Gobley, l'huile obtenue par la fermentation, a dans la saveur quelque chose de désagréable que l'huile blanche ne ferait qu'augmenter; aussi conseille-t-il de goûter l'huile d'olives avant de l'essayer, et de la rejeter si elle présente un arière-goût de moisi, d'huile échauffée, ou si elle laisse à la gorge un sentiment d'âcreté. Qui ne sait que l'huile d'olives de bonne qualité présente une saveur douce qui n'a rien que d'agréable ? Un second inconvénient serait celui où les huiles étant rances et ayant augmenté de densité, seraient considérées par l'essai comme contenant de l'huile blanche, bien qu'elles en fussent totalement exemptes.

On pourrait enfin reprocher à l'élaïomètre sa trop grande sensibilité, car, comme il a été dit plus haut, un degré de l'échelle de Réaumur équivaut sensiblement à 4°5 de l'instrument élaïométrique, lesquels représentent 9 p. 100 d'huile blanche, ou bien un degré de l'échelle centigrade équivaut à 5°6, ou 7,2 p. 100 d'huile blanche. De sorte qu'un thermomètre qui serait en défaut d'un degré, donnerait lieu à des erreurs excessivement graves; mais ce reproche n'est pas fondé, la première condition pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déterminer la densité des liquides à l'aide des aréomètres étant d'employer des instruments d'une grande justesse. Pour faire des essais avec l'élaïomètre, il faut remplir la même condition ; en conséquence, il est indispensable que cet instrument ait été fabriqué par un ouvrier habile (1). Quant aux thermomètres, il est absolument indispensable qu'on ait apprécié leur justesse avant d'en faire usage ; il suffit pour cela, comme on le sait, de les plonger dans la glace fondante où ils doivent marquer zéro.

J'ai tout lieu d'espérer, dit M. Gobley, que l'emploi de l'élaïomètre sera substitué au procédé de Poutet, parce qu'il permet d'apprécier la valeur des huiles d'olives dans un temps beaucoup plus court, et reconnaître non-seulement la présence des plus petites quantités d'huile blanche, mais encore sensiblement la proportion dans laquelle les deux huiles sont mélangées.

Pour corroborer l'opinion de M. Gobley, nous ajouterons qu'ayant été chargés par la Société de pharmacie, de concert avec M. Louradour, de faire un rapport sur son élaïomètre, nous l'avons fait fonctionner avec un plein succès ; ainsi, différentes huiles d'olives dont la pureté nous était connue, ont toutes marqué 50° comme cela devait être. Ces mêmes huiles, additionnées d'une proportion plus ou moins grande d'huile blanche, ont donné des mélanges que l'élaïomètre nous a fait exactement reconnaître.

Nous ne craignons donc pas de dire que l'instrument de M. Gobley est appelé à rendre de véritables services aux négociants, aux fabricants, et aux pharmaciens en particulier.

Traitement de l'huile ou beurre de noix de coco pour en obtenir des matières propres à la fabrication des chandelles ou bougies, ou à d'autres applications.

Par M. W.-C. Jones, chimiste-manufacturier.

L'huile ou beurre de coco qu'on transporte en assez grande abondance maintenant en Europe, a jusqu'à présent été traitée par une pression mécanique pour séparer la partie solide de celle plus liquide, et pour en obtenir ce qu'on a appelé respectivement *stéarine* et *oléine de coco*. Il y a aussi un autre produit de consistance intermédiaire qu'on vend aux savoniers pour la fabrication du savon dit d'huile de coco, ou qu'on soumet de nouveau au même procédé de pression. Le premier de ces produits, ou la stéarine, est employé en Angleterre à la fabrication des chandelles, à laquelle on l'applique quelquefois seul, mais que l'on trouve plus avantageux de mélanger avec de l'acide stéarique extrait du suif pour en fabriquer des chandelles d'un usage aujourd'hui très-répandu dans ce pays sous le nom de *chandelles composites*. Le second produit, ou l'oléine de noix de coco, quoique pouvant recevoir des applications utiles, est sujet à se congeler, même à des températures comparativement élevées.

J'ai pensé qu'on pourrait parvenir à obtenir les matières solides et fluides dont se compose l'huile de coco par un procédé analogue à celui qu'on emploie pour le suif, c'est-à-dire par la saponification. A cet effet, je dépose un tonneau ou 1,000 kilog. d'huile de coco dans un vaisseau pourvu au fond d'un serpentin percé de trous qui permettent à la vapeur de passer dans la matière qu'on traite, jusqu'au moment où celle-ci étant en fusion, cette vapeur s'échappe dans l'atmosphère. Dans cet état j'introduis dans ce vaisseau une certaine proportion de lait de chaux, et je continue à faire bouillir au moyen de la vapeur jusqu'à ce qu'il y ait saponification complète. L'ébullition dure ainsi six à huit heures après l'introduction du lait de chaux, et il faut une plus grande proportion de cette chaux que pour saponifier le suif, c'est-à-dire que cette saponification s'effectue mieux avec l'huile de coco lorsqu'on emploie 20 kilogr. de chaux vive pour chaque quintal métrique d'huile de coco, quoique 16 à 18 kilogr. puissent parfois suffire.

Le savon ainsi formé est enlevé et jeté dans une cuve chauffée à la vapeur, où on le décompose au moyen de l'acide sulfurique qu'on étend de 20 fois son poids d'eau. Cette dilution est plus considérable que pour la décomposition du stéarate de chaux extrait du suif, mais j'ai remarqué que le produit acide d'une grande consistance qu'on extrait ainsi de l'huile donne, lorsqu'on éteint les chandelles sans précaution, une odeur désagréable qu'on évite en étendant l'acide. Celui-ci étant donc convenablement étendu, est versé dans le vase qui contient le savon, et on fait bouillir à la vapeur libre jusqu'à ce que l'acide sulfurique se soit combiné avec la chaux. Il

(1) L'élaïomètre de M. Gobley se trouve chez M. Dinocour, quai Saint-Michel, 9, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faut environ 2 kilogr. d'acide sulfurique concentré pour la quantité de chaux employée. La décomposition exige environ 4 heures; quand elle est opérée on cesse de faire arriver la vapeur, le sulfate de chaux se précipite peu à peu au fond de la cuve, et l'huile de coco, convertie en acide que je nomme *mélange acide*, est pompée pour être versée dans une autre cuve également chauffée à la vapeur. On verse dans cette cuve environ 900 litres d'eau, et on fait bouillir pendant une heure, après quoi on cesse de chauffer et on laisse reposer. On soutire alors l'eau que surnage le mélange et on fait bouillir encore celui-ci pendant une autre heure avec une égale quantité de nouvelle eau.

Le mélange acide, préparé ainsi qu'il vient d'être dit avec l'huile de coco, est transformé en un autre produit en l'agitant avec soin avec un autre oxide convenable jusqu'à ce qu'il s'y trouve parfaitement combiné, afin d'obtenir, par une distillation ultérieure du produit ainsi formé, une matière propre à la fabrication des chandelles ayant un degré bien plus élevé de fusion que celui auquel on est encore parvenu dans le traitement ordinaire de l'huile de coco. J'emploie pour cet objet un lait de chaux épais à la dose de 20 kilogr. par quintal métrique de mélange acide. Le chauffage à la vapeur n'est pas ici nécessaire. Le savon qui se forme ainsi est distillé dans une cornue en *D*, semblable à celle dont on se sert dans les usines à gaz. Le produit gras qui distille est condensé dans un serpentin en étain, disposé dans un vase rempli d'eau, ou au moyen de tout autre réfrigérant.

J'ai essayé, dans cette distillation du savon calcaire, d'introduire de la vapeur dans la cornue, mais sans aucun avantage remarquable.

Les produits les plus volatils de cette distillation peuvent, si on le désire, être condensés au moyen de réfrigérants particuliers; quant au produit gras de la distillation, on le fait bouillir pendant six à huit heures, au moyen de la vapeur libre, dans de l'eau légèrement aiguisée avec de l'acide sulfurique, ou mieux de l'acide oxalique. On le laisse alors refroidir très-lentement dans un vase convenable, dans lequel on le décante pour qu'il cristallise, après quoi il est soumis à la pression.

La machine dont on fait usage pour cela, est une presse hydraulique à piston de $0^m,25$ de diamètre, pourvue d'un nombre convenable de plaques en fer légèrement convexes pour que le liquide acide puisse s'en écouler facilement. Lorsque le produit est refroidi et à l'état solide, on en prend environ 6 à 7 kilogr. qu'on place dans une toile semblable à celles qui servent dans la fabrication des bougies stéariques, on empile ainsi des charges les unes sur les autres, on laisse durcir 12 heures par une température de 10 à 12° C, puis on place la pile dans la presse avec une plaque de fer entre chaque gâteau jusqu'à ce que la presse en soit remplie. On applique ensuite la pression très-lentement pendant environ 24 heures à une température d'à peu près 14 à 15°. Dans cet état les gâteaux sont transportés dans une autre presse où on les comprime d'une manière semblable, mais encore plus lentement, pendant 24 heures, à une température qu'on élève graduellement jusqu'à 40° à 45°. Cette pression doit être donnée avec assez de soin pour qu'il ne s'échappe aucune matière solide par les bords des toiles.

J'ai trouvé qu'il était avantageux de soumettre le liquide exprimé à une seconde purification par l'acide oxalique ou sulfurique, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, après quoi on peut le faire servir à l'éclairage ou le mélanger aux autres huiles. Le produit concret, après une semblable purification, est propre à faire des chandelles ou des bougies.

Un autre moyen de parvenir au même but consiste à distiller l'huile de noix de coco dans une cornue, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, après sa première saponification, et sans user du procédé intermédiaire de décomposition du savon calcaire et du traitement du mélange acide par la chaux. Dans ce cas, il convient d'employer à la première et unique saponification une plus grande proportion de chaux qu'on peut porter jusqu'à 30 kilogr. par quintal métrique de l'huile de coco. On brise le savon ainsi formé en petits morceaux, on le lave à l'eau chaude et on le distille dans une cornue, ainsi qu'il a été dit précédemment. Du reste l'expérience m'a démontré que le premier procédé a donné de plus beaux résultats, mais que le second est plus économique.

Le mélange acide d'huile de noix de coco, obtenu par les procédés ci-dessus décrits, peut aussi être soumis à la distillation sans l'addition de chaux indiquée ci-dessus. A cet effet on se sert d'un alambic en fonte pourvu d'un serpentin en étain, et dont le diamètre est égal à la hauteur; pour prévenir tout accident on plonge la partie inférieure de cet alambic dans une marmite en fer de dimension correspondante, avec un espace entre eux de 2 à 3 centimètres,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on remplit de sable. La partie supérieure de cet alambic se garnit également de sable pour éviter toute déperdition de chaleur. L'opération n'en marche bien que lorsque ce vase peut renfermer environ 1000 kilogr. de mélange acide. Pendant cette distillation on admet un jet de vapeur d'eau à l'intérieur de l'alambic qui m'a mieux réussi que l'eau chaude que j'y faisais d'abord arriver goutte à goutte.

La distillation de ce produit qui passe à une température de beaucoup inférieure à la plupart des autres substances qu'on a soumises au même procédé, est continuée tant qu'il s'écoule quelque chose du serpentin, et la chaleur doit être réglée suivant la rapidité ou la lenteur de la marche des vapeurs qui s'en échappent. Ces produits du mélange acide sont réunis dans des vases qui peuvent en renfermer environ 20 kilogr. chacun ; par ce fractionnement on observe que ces produits varient considérablement sous le rapport de la consistance aux différentes époques de la distillation.

Du reste, je dirai que vers la fin de la distillation sur de la chaux, telle qu'elle a été décrite plus haut, je sépare ordinairement les produits suivant leur couleur variable.

Les produits les plus liquides sont bouillis pendant 6 à 8 heures avec de l'acide oxalique ou sulfurique étendus, puis soumis à un refroidissement gradué, ainsi qu'il a été expliqué. Une portion considérable de l'huile liquide peut être alors séparée par une filtration semblable à celle dont on se sert dans les fabriques d'huile de spermaceti, et les premières portions qui passent dans le serpentin n'ont même pas besoin d'être filtrées. Il est évident, du reste, que l'huile obtenue par les procédés précédents peut être filtrée à plusieurs reprises pour la dépouiller complétement de tout mélange de matière solide.

La portion la plus solide des produits de la distillation, après avoir bouilli pendant 6 à 8 heures avec de l'acide oxalique ou sulfurique étendus, ainsi que les résidus solides de la filtration de ceux qui sont liquides, sont soumis à une pression ensemble ou séparément, en n'élevant pas alors la température à plus de 25° à 26°.

Le produit liquide obtenu par le procédé ci-dessus peut être appliqué, sans nouvelle filtration, à la combustion dans des lampes, ou être mélangé à des huiles, tandis que la partie solide peut servir à la fabrication des chandelles ou bougies.

Je dirai que, dans tous les cas, j'ai trouvé qu'il était avantageux de faire bouillir les acides ainsi séparés avec de l'acide oxalique ou sulfurique étendus, pour leur enlever jusqu'aux moindres impuretés dont ils pourraient s'être chargés pendant la manipulation à la presse.

Les distillations respectives ci-dessus ayant été conduites de manière à extraire moitié, ou à peu près, du mélange acide placé dans la cornue pour être distillé sans addition de chaux, on transporte le résidu dans un autre vase où on le combine à la chaux et distille comme ci-dessus la combinaison. Je ferai remarquer que le procédé qui vient d'être mentionné de refroidissement et pression gradués peut être appliqué aux acides d'huile de noix de coco sans distillation, mais que cette distillation fournit des produits beaucoup plus nets et distincts, et bien supérieurs. J'ajouterai qu'en faisant bouillir avec l'acide oxalique ou sulfurique pour la purification j'ai trouvé que les proportions les plus convenables consistaient environ en 1 kilogr. d'acide oxalique ou 2 kilogr. d'acide sulfurique étendus dans 250 litres d'eau par tonneau (1000 kilogr.) de matière grasse.

Les procédés que je viens de décrire ne s'appliquent pas seulement à l'huile de noix de coco à l'état brut, telle qu'on la reçoit dans le commerce, mais on peut aussi s'en servir avec l'oléine et la stéarine de noix de coco obtenus par d'autres moyens, ou un produit intermédiaire mentionné ci-dessus. Et on trouvera qu'en opérant ainsi sur l'oléine et le produit intermédiaire on en recueille une substance excellente pour la fabrication des chandelles, avec des materiaux comparativement à bas prix dans le commerce.

Enfin, une partie de mes procédés s'appliquent à la distillation immédiate de l'huile de noix de coco, afin d'en extraire les acides que cette matière renferme. Cette manipulation s'opère dans un alambic semblable à celui mentionné plus haut et avec application d'un jet de vapeur. Le produit de cette distillation se traite comme il a été dit. Toutefois, je dois avouer que je donne la préférence à la saponification par la chaux et à la décomposition du savon qui en résulte pour la préparation de ces acides.

Les matières grasses peuvent être purifiées par une distillation dans le vide, et l'expérience m'a démontré qu'on pouvait, avec utilité, introduire ce mode de distillation dans le traitement à l'alam-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bic de l'huile de noix de coco sans chaux, et qu'il en est de même pour la purification des différents produits obtenus.

On voit donc en résumé que la partie neuve, et qui m'appartient, des procédés que je viens de décrire, est :

1° Le mode d'obtenir les produits de l'huile de noix de coco en soumettant les acides qui en proviennent, ou leurs combinaisons, à la pression entre des tissus.

2° La combinaison de ce corps gras avec la chaux, avec décomposition ultérieure par un acide ou une distillation.

3° Le mode de traitement des acides extraits de l'huile de noix de coco par une combinaison avec la chaux.

4° La distillation des acides provenant de cette huile ou de leurs produits sans les dissoudre préalablement dans l'alcool, ainsi que l'application des alambics en fer à cette opération.

5° La pression donnée à ces acides ou à leurs produits en lits ou gâteaux distincts, en leur appliquant une chaleur artificielle pour les séparer plus aisément et plus complétement.

6° Le concours de la vapeur lors de la saponification de l'huile ou de la décomposition du savon.

7° La distillation immédiate de l'huile de noix de coco afin de l'obtenir sous forme d'acides.

Purification de l'huile de poisson.

Par MM. Lhéritier et Dufresne.

Plusieurs circonstances qui se rattachent à la nature intime des huiles de poisson se sont opposées jusqu'ici à l'emploi de ce produit dans certaines applications. Parmi ces circonstances nous noterons :

1° La présence d'un principe colorant orangé ;

2° Un principe odorant excessivement désagréable ;

3° Une grande proportion de mucilage qu'on peut comparer au mucilage des huiles végétales.

L'immense avantage que l'on espérait retirer dans l'industrie d'un usage étendu de l'huile de poisson, a donné lieu à de nombreuses tentatives pour la purifier ; mais, soit que les procédés aient été considérés comme insuffisants, soit qu'ils occasionnent une perte considérable de matière, soit enfin que les moyens indiqués par les auteurs et les essais de laboratoire n'aient pas pu être exécutés par l'industrie, le fait est que, jusqu'à présent, l'application de l'huile de poisson s'est trouvée restreinte et n'a guère servi qu'aux dégras pour la tannerie, ou à l'éclairage des rues ; mais dans ce dernier cas, mélangée en très-petite quantité avec l'huile ordinaire.

Nous avons dit ce qui s'opposait à l'emploi de l'huile de poisson en dehors de son usage ordinaire. Dans le but de la purifier en opérant sa décoloration, sa clarification et sa désinfection, nous nous sommes convaincus, par des expériences réitérées, qu'en arrivant à en précipiter la matière colorante et à la débarrasser d'une grande partie du mucilage qu'elle contient, on pourrait obtenir une huile très-pure propre à l'éclairage et à la fabrication des savons ; c'est d'après ces données que nous avons opéré et que nous avons mis en pratique le procédé suivant. Il consiste :

1° Dans l'emploi de la potasse caustique mélangée à l'huile avec de l'eau pour obtenir, au moyen de la chaleur à laquelle est soumis ce mélange, la décoloration de l'huile et tenir en suspension les mucilages qu'elle contient ;

2° Dans l'emploi d'un courant de vapeur d'eau qu'on fait passer à travers l'huile après la première opération pour faire précipiter le mucilage ;

3° Dans l'emploi de l'acide sulfurique et du noir animal par lesquels on traite l'huile après ces deux opérations pour la clarifier entièrement et la rendre apte à remplacer les plus belles huiles d'éclairage ;

4° Dans l'emploi du chlorure de chaux et de l'acide sulfurique pour traiter l'huile après les deux premières opérations, dans le cas où l'on voudrait la faire servir à la fabrication du savon et la rendre entièrement inodore.

Ces bases étant données, nous allons expliquer les moyens pratiques qui nous ont paru les meilleurs, mais qui ne doivent être considérés ici que comme une exécution pouvant varier soit dans les proportions, soit dans les degrés de température, selon certaines variétés d'huile de poisson, ce que l'expérience démontre facilement.

On met dans une bassine 48 kilogr. d'huile, 10 kilogr. d'eau de rivière, et 5 kilogr. d'une solution de potasse caustique marquant 3° à l'aréomètre de Baumé ; on chauffe le mélange à l'aide d'un bain-marie à vapeur ou par un autre mode quelconque de chauffage. Lorsque la température du liquide a atteint 60° C., on retire la bassine du feu et on laisse déposer jusqu'à ce que la séparation de l'huile et de l'eau soit effectuée complé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tement ; il résulte de cette première opération, que l'eau s'est chargée d'une forte couleur jaune orangé, et qu'elle tient en suspension une multitude de flocons rougeâtres.

On extrait du vase, par les moyens ordinaires, l'huile qu'on décante ensuite.

Pour priver l'huile de la trop grande quantité de mucilage qu'elle contient, on y fait passer un courant de vapeur d'eau pendant à peu près un quart d'heure ; le mucilage se précipite et on obtient une huile blanchâtre, un peu louche à la vérité, mais qu'on peut soumettre au filtrage pour l'éclaircir.

L'huile ainsi traitée n'a plus besoin de subir qu'une dernière opération, soit pour la décolorer entièrement et lui donner les apparences de l'huile d'olive, dans ce cas la rendre propre à l'éclairage sans qu'elle répande la moindre odeur, et pouvoir être employée même dans les lampes mécaniques, soit pour lui enlever d'une manière absolue toute son odeur et la faire servir à la fabrication du savon.

Pour la première de ces deux applications et après avoir fait subir à l'huile les traitements que nous venons de décrire et qui lui ont enlevé sa matière colorante et l'ont débarrassée de son excès de mucilage, on la traite par 70 gram. d'acide sulfurique étendu dans un litre d'eau ; on porte le nouveau mélange à la température de 70° C., puis, après avoir retiré la bassine du feu, on ajoute 2 kilogr. de noir animal. On filtre, et l'huile traitée ainsi a acquis une limpidité et une transparence égales à celles des plus belles huiles d'olive, brûle plus lentement et avec plus d'éclat que le colza et sans répandre d'odeur.

Pour la seconde application, on remplace ce dernier traitement par le suivant : on ajoute à chaque kilog. d'huile 0gr. 60 de chlorure de chaux dissous dans 30 gr. d'eau. On opère le mélange avec l'huile (qui aura été préalablement traitée ainsi que nous l'avons dit), puis on chauffe jusqu'à ce que le thermomètre marque 80°. On transvase et on laisse déposer, après quoi l'on sépare par les moyens ordinaires l'huile qui surnage, pour y ajouter la quantité de charbon dont nous avons donné la dose en décrivant l'opération précédente ; puis on filtre. L'huile ainsi traitée se saponifie facilement et produit un savon pur blanc et sans odeur désagréable.

Nous ferons remarquer que le jet de vapeur a pour but, à la vérité, de précipiter l'excès de mucilage que contient l'huile ; mais on pourrait ne pas l'employer ; dans ce cas l'acide sulfurique agirait sur les mucilages qui seraient alors en suspension ; l'opération serait moins sûre et donnerait un produit moins beau : l'opération seule serait abrégée.

Nous avons parlé de l'emploi des huiles de poisson traitées par nos procédés pour l'éclairage et la fabrication du savon, comme applications principales ; comme ces applications n'ont lieu qu'au moyen des procédés qui viennent d'être décrits, on conçoit qu'indépendamment de cette application spéciale, l'huile de poisson ainsi traitée et obtenue forme un produit nouveau susceptible de recevoir d'autres emplois.

Nous appliquons nos procédés à toutes les huiles de poisson ; nous mentionnerons plus particulièrement celles de dauphin, de marsouin, de baleine et de morue, comme aussi toutes celles connues dans le commerce sous le nom d'huiles de poisson.

En résumé,

Décolorer les huiles de poisson par la potasse caustique, qui en même temps tient en suspension les mucilages qu'elles contiennent ;

Précipiter ces mucilages par l'application d'un jet de vapeur qui traverse le liquide ;

Opérer la dissolution des mucilages qu'elle peut encore retenir, à l'aide des acides, et la clarifier par le charbon ;

Lui enlever toute son odeur par l'emploi des chlorures décomposés par un acide en rapport avec la base :

Tels sont les principes constitutifs des procédés employés par nous pour décolorer et désinfecter les huiles de poisson.

Moyens de purifier, saler et conserver les substances animales.

Par M. P. Carson.

La conservation des substances alimentaires d'origine animale est d'une si haute importance, qu'il n'est pas étonnant qu'elle ait fait depuis longtemps l'objet d'un très-grand nombre de recherches. Ces recherches ont conduit à des résultats véritablement utiles ; mais les moyens plus ou moins ingénieux qui ont été proposés n'ont pas fait abandonner l'imprégnation du sel commun à l'état sec ou sous forme de saumure, qui fournit de très-bons résultats. Un perfectionnement important a même été apporté depuis peu dans l'art de la conservation des viandes par les saumures : c'est celui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on doit à M. Ch. Payne, au moyen duquel on opère la salaison par injection, et en faisant usage simultanément du vide et de la pression (1).

Mais, il faut le dire, les moyens proposés jusqu'à présent sont plutôt manufacturiers qu'ils ne sont usuels et domestiques, et cependant quelle utilité ne retireraient pas tous les jours les ménagères, les fermiers, les aubergistes, les restaurateurs, les bouchers, les charcutiers, et les voyageurs ou les émigrants eux-mêmes, d'un moyen simple, d'une application rapide et facile pour saler complétement et instantanément des pièces assez fortes de viande; or, c'est ce moyen que je crois avoir trouvé, et que je vais faire connaître.

D'abord, qu'il me soit permis de dire que ce moyen consiste dans un mode particulier pour injecter la saumure ou les autres liquides conservateurs dans les pièces de viande ou les substances animales. En second lieu, à faire pénétrer cette saumure ou ces liquides plus rapidement dans les viandes par le secours de la pression atmosphérique, en opérant un vide partiel dans quelque point de la pièce de viande qu'il s'agit de conserver, de les purifier ainsi en enlevant en même temps les gaz qui auraient pu se former à la suite d'une décomposition naissante et partielle, en les remplaçant par de l'air pur ou des substances préservatrices. En troisième lieu, de faire pénétrer ces liquides conservateurs plus rapidement dans l'intérieur de la viande en faisant usage d'une pression produite par une force centrifuge; enfin d'obtenir également cette pénétration rapide par l'emploi de la pression d'un liquide en mouvement qu'on peut interrompre brusquement à volonté.

Ceci bien entendu, je procède à la description des instruments.

Les fig. 16 et 17, pl. 51, représentent en coupe deux appareils un peu différents l'un de l'autre, mais qui tous deux peuvent être appliqués lorsqu'on veut faire pénétrer de force le liquide préservateur dans la pièce de viande ou dans l'animal qu'on se propose de conserver. Chacun de ces appareils consiste en une petite pompe alimentée de liquide préservateur par un vase ou une capacité qui l'entoure, ou qui se trouve en rapport avec elle au moyen de dispositions convenables. Dans chacune de ces figures, *a* est le corps de la petite pompe, *b* son piston plein, *c* la tige à poignée pour mouvoir ce piston. Ces petites pompes sont disposées dans un vase ou capacité *d* qu'on a rempli de la saumure ou du liquide préservateur par une ouverture supérieure qu'on ferme avec un bouchon bien ajustée; *f*, *f* sont les conduits par lesquels le liquide passe de la capacité *d* dans le corps de la pompe quand on soulève le piston, *g* un petit tube ou bec qui s'ouvre dans la partie inférieure de ce corps, et c'est ce petit bec, quand on se sert de la pompe, qu'on insère dans la pièce de viande, tandis qu'on fait mouvoir le piston et passer le liquide par injection forcée dans toutes les parties de la pièce dont la saturation est bientôt indiquée par le suintement de ce liquide à sa surface.

Par ce moyen, une pièce de viande, une langue de bœuf, par exemple, peut être salée ou saumurée en quelques minutes; et dans le cas où le liquide, au bout de ce temps, n'apparaîtrait pas en gouttelettes sur toute la surface, il faudrait plonger le bec de l'instrument dans une autre portion de la pièce où le liquide paraîtrait ne pas avoir pénétré.

On a proposé depuis longtemps de saler les animaux après qu'ils ont été abattus, en introduisant un tube dans le cœur ou dans un des gros vaisseaux, et d'injecter ainsi une liqueur salée dans tous les vaisseaux sanguins au moyen d'une pompe foulante. Mais ce mode a l'inconvénient d'exiger que les animaux soient entiers, de saler des portions qu'on ne voudrait pas soumettre à cette opération, de n'opérer qu'imparfaitement pour les portions les plus éloignées du point central d'injection, et enfin de ne pas pénétrer dans les chairs, tandis que par l'emploi du moyen que je propose on entre dans ces chairs dans tous les points où on le juge convenable, et on y fait pénétrer le liquide jusqu'à ce qu'il y ait saturation complète, et sans pour cela exiger plus de temps.

Je passe au second point que j'ai avancé précédemment.

La fig. 18 présente la coupe d'une autre pompe pour obtenir un vide ou exhaustion partielle dans un point d'une pièce de viande, opposé à celui où l'on veut faire pénétrer de la saumure. A la partie inférieure de cette pompe est un tube à bec *h* percé, qu'on fait entrer de force dans la pièce de viande. L'extrémité de ce bec peut être ouverte et pourvue de nombreuses perforations, ainsi qu'on le voit en *i*, fig. 19. Cet appareil étant appliqué en un point quelconque de la pièce de viande, on fait jouer le piston à plusieurs reprises, et au der

(1) Voyez la description du procédé de M. Payne dans *le Technologiste*, tom. IV, pag. 215.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nier coup on relève celui-ci et on l'arrête par un loquet *j* ou par tout autre moyen, de manière à obtenir un vide partiel à l'intérieur de la pompe. Par cette opération, on conçoit que s'il se trouve quelques gaz provenant d'une décomposition naissante dans une portion quelconque de la pièce, pourvu qu'elle soit de dimension convenable, ces gaz seront enlevés et la viande purifiée. Dans cet état, si on a plongé cette pièce dans de la saumure ou autre préparation ou liqueur préservatrice avant de la soumetre à l'action de la pompe, la pression atmosphérique fera pénétrer ce liquide dans la viande, et le fera cheminer dans son intérieur en se dirigeant vers le point où se trouve la pompe. Cette opération sera plus longue que la précédente; elle pourra durer quelques heures, mais aussi la pièce sera complétement saturée.

Je ferai remarquer que, dans quelques cas, j'ai trouvé qu'il était très-utile d'employer cet instrument pour enlever les gaz près des articulations des os de la viande avant de la soumettre à la cuisson, parce que c'est souvent là que les gaz putrides commencent à se développer. Dans ce cas, je fais pénétrer le bec de ma pompe jusqu'à l'os, et alors je m'en sers pour cet objet et encore pour obtenir le vide à la surface, ainsi que je l'ai indiqué plus haut.

Le troisième point que je me suis proposé de résoudre est de produire la saturation des viandes au moyen de la pression d'un liquide mis en action par une force centrifuge.

La fig. 20 présente une vue en élévation latérale d'une machine construite dans ce but.

La fig. 21 en est le plan.

Cette machine produit la pression d'un liquide dans les vases au moyen d'une force due à un mouvement de rotation. *g.g* sont deux vases, mais dont on peut disposer un plus grand nombre, établis et portés sur un bâti *h,h* dont la figure fait suffisamment connaître la structure. Ce bâti repose sur un axe *i* qui tourne dans un collier et sur une crapaudine *j.j*. On communique le mouvement à cet axe *i* par l'entremise de roues dentées *k, l*, de l'arbre *m* et de la manivelle *n*. Les vases *g* portent des couvercles *o,o* qui ferment hermétiquement lorsque les viandes y ont été introduites. *p.p* sont des robinets à air et qui servent à évacuer celui-ci à mesure que les vases se remplissent du liquide préservateur. Ces vases communiquent par des tuyaux *r,r* avec un autre vase unique et central *q* qui est ouvert et rempli du liquide préservateur qu'on y fait arriver d'un réservoir supérieur par le conduit *s*. Les pièces de viande qu'on veut préparer sont placées dans les vases *g* qu'on remplit de saumure; l'air s'étant échappé on ferme les robinets à air et on communique le mouvement de rotation à la machine, ce qui occasionne par l'effet de la force centrifuge une pression proportionnée à la vitesse du mouvement dans les vases *g*, pression qui fait pénétrer la saumure dans les viandes que ceux-ci renferment.

Le quatrième moyen que je propose est représenté en coupe dans la fig. 22. A est un vase portant un couvercle B qu'on enlève pour introduire les pièces de viande, C un tube flexible qui sert à introduire la saumure, D un robinet pour évacuer la liqueur. E est ce que je nomme un tuyau de pression qu'on fixe sur la partie supérieure du vase A et qui a une hauteur proportionnée à la pression qu'on veut produire, 6 mètres par exemple. Ce vase A est mobile de bas en haut le long des guides F,F qui constituent pour lui un bâti, et est contrebalancé par un poids G. Les pièces de viande ayant été introduites et le vase A rempli du liquide préservateur qui coule par le tube E, on élève le vase dans la position indiquée au pointillé et on le laisse retomber librement, ce qui s'effectue sans secousse bien violente par l'effet du contre-poids. Il en résulte que la colonne liquide se trouvant ainsi abandonnée à la pesanteur acquiert une force vive qui augmente la pression et fait pénétrer avec une très-grande rapidité la saumure dans toutes les parties de la viande.

La pression avec la pompe décrite précédemment est très-considérable et il ne faut que la moitié du sel qu'on emploie ordinairement, de façon qu'on évite l'excès qu'on donne par les procédés usuels, et qui rend les viandes désagréables ou malsaines, et conserve à celles-ci leurs propriétés salubres et appétissantes.

Nouveau mode d'emploi de la créosote pour la conservation de la viande et du poisson.

Par M. le docteur Stenhouse.

La créosote est, comme l'on sait, une des substances les plus antiseptiques qu'on connaisse, et on l'a déjà employée pour préserver les matières animales de la putréfaction. Les deux seuls moyens

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont on s'est servi de cette substance, dans cette application, consistent ou à exposer la matière animale qu'on veut conserver à la fumée d'un feu de bois, fumée dans laquelle la créosote paraît être un élément, ou à les plonger pendant un certain temps dans de l'eau renfermant quelques gouttes de créosote.

Les matières alimentaires qu'on prépare par l'un ou l'autre de ces moyens, peuvent, comme on sait, se conserver pendant longtemps sans s'altérer; mais ces deux modes d'emploi de la créosote sont accompagnés d'un inconvénient qui consiste en ce que les matières contractent nécessairement une saveur et une odeur particulière à la viande fumée, qui est loin d'être agréable pour tout le monde. La méthode que je propose aujourd'hui annule complétement cet inconvénient.

Pendant le cours de l'été de 1842, qui a été extrêmement chaud, j'ai, comme un très-grand nombre d'autres personnes, éprouvé des difficultés considérables pour conserver des viandes fraîches, même pendant quelques jours. Enfin, je fus frappé de l'idée que peut-être les vapeurs de créosote seraient propres à remplir ce but et j'ai adopté pour cela une méthode bien simple que voici.

J'ai placé une assiette contenant de la créosote immédiatement au-dessous de chaque pièce de viande qui se trouvait suspendue et que j'avais recouverte d'un linge. La créosote n'a pas tardé à dégager des vapeurs qui ont formé une atmosphère antiseptique autour de la viande et l'ont conservée fraîche pendant trois à quatre jours de plus qu'elle ne l'aurait fait autrement. Si l'assiette est légèrement chauffée avant d'y verser la créosote, ses vapeurs s'élèvent plus rapidement, et si de plus on a pris la précaution additionnelle de suspendre la viande dans une boîte en bois ou une jarre en terre, qu'on peut fermer avec un couvercle, l'effet avantageux de cette substance est bien plus marqué encore.

J'ai essayé ce procédé pendant une grande partie de l'été avec un succès constant, et un boucher à qui je l'ai communiqué et qui en a fait une application en grand, dans son étale, est resté très-convaincu de son efficacité. La viande, quand on la fait cuire, ne présente pas la moindre saveur ou la plus légère odeur de créosote.

Il y a encore un autre avantage à employer ainsi la créosote : son odeur est tellement antipathique aux mouches, qu'elle vous délivre entièrement de ces insectes incommodes.

Une même quantité de créosote peut servir pendant plusieurs semaines, mais par une exposition prolongée à l'air elle perd en grande partie son odeur et se transforme en une sorte de résine.

Pierre de savon de Maroc.

Cette substance, qui doit son nom à sa propriété d'être onctueuse au toucher et de se diviser dans l'eau en particules extrêmement légères, est employée dans les bains maures en guise de savon. Elle a été rapportée d'Afrique et étudiée par M. Ravergie, membre de la commission scientifique de France en Algérie. D'après les renseignements que M. Ravergie a pu recueillir auprès des habitants du pays, ce minéral est exploité en grand dans une montagne nommée *Jebel-Zalagh*, située en Fez et le Chelouhl (royaume de Maroc). Il est associé à des silex blonds tuberculeux. On l'emploie dans les bains sans lui faire subir aucune préparation.

Sa couleur est le brun-chocolat; il est très-tendre et se laisse couper au couteau à la manière du savon. Les fragments placés dans un vase contenant quelques gouttes d'eau se gonflent assez rapidement et prennent une texture feuilletée : dans une grande quantité d'eau, le minéral se dilate et se réduit à un état de division extrême. L'eau dans laquelle il a séjourné n'exerce aucune réaction acide ni alcaline; évaporée à siccité elle laisse un faible résidu salin.

M. Ravergie, après s'être assuré, par différents essais, que la pierre de savon de Maroc était essentiellement formée de silice, de magnésie, et d'eau, en a remis plusieurs échantillons à M. A. Damour qui en a fait l'analyse. Cette analyse a fourni pour la composition de cette substance :

Eau.	0.1035
Silice.	0.5500
Magnésie.	0.2800
Oxide ferrique. . .	0.0140
Alumine.	0.0120
Chaux.	0 0101
Potasse.	0.0052
Sable.	0.0150
	0.9898

La pierre de savon de Maroc n'est donc point une *saponite*, un *seifenstein*, etc., substances qui renferment une quantité d'alumine qui s'élève de 8 à 9 pour 100, mais bien un silicate de magnésie et une espèce particulière de magnésite dont il serait probable-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment possible de tirer quelque parti dans les arts industriels.

Note sur la fabrication des cylindres de charbon pour les piles de Bunsen.

Par M. J. Reiset.

On prépare d'abord un mélange intime et en poudre impalpable de 1 partie de houille grasse (en poids) et de 2 parties de coke; ces proportions varient suivant les qualités de la houille dont on augmente la quantité lorsqu'elle n'est pas assez grasse pour donner des charbons qui se mouillent bien.

Ce mélange est introduit dans un moule de tôle cylindrique au centre duquel on place un petit cylindre en carton de un mètre environ de diamètre, afin de ménager dans le charbon une cavité intérieure et faciliter le dégagement des gaz pendant la calcination.

Ainsi rempli du mélange de charbon et fermé au moyen d'un couvercle mobile bien assujetti, le moule de tôle est chauffé au rouge jusqu'à ce que tout dégagement de gaz ait cessé.

Après cette calcination, le charbon est facilement retiré du moule sous forme compacte, cylindrique comme le moule, très-dur et susceptible de se prêter au travail de la lime et de la scie sans se briser; le tourneur peut donner à ces cylindres la forme convenable.

Cela fait, il est bon de tremper à plusieurs reprises les cylindres de charbon dans une solution de mélasse concentrée et de les soumettre à une nouvelle calcination aussi intense que possible. On peut calciner plusieurs éléments ensemble dans un grand creuset de terre ou de fer, les interstices étant remplis de coke pulvérisé pour prévenir le contact de l'air.

Enfin, avant de plonger le charbon dans l'acide nitrique, il est indispensable de recouvrir d'une couche de cire fondue le collet sur lequel doit s'adapter l'anneau de zinc, afin d'empêcher que par l'effet de la capillarité l'acide ne vienne à corroder le métal.

Après chaque expérience, l'acide nitrique peut sans inconvénient rester en contact avec les charbons. La cellule contenant l'acide sulfurique doit, au contraire, être enlevée, vidée et lavée à grande eau ainsi que le cylindre en zinc.

M. Becquerel fait observer (voir à la p. 349 du volume précédent) qu'en raison du dégagement du gaz nitreux, il lui paraît douteux que la pile de Bunsen soit préférée dans les arts aux piles aujourd'hui généralement en usage. Mais il est facile de se convaincre par l'expérience, que l'objection n'a pas la gravité qu'elle paraît avoir au premier abord, car lorsque les charbons soumis au lavage préalable dans l'acide nitrique sont exempts des sulfures qu'ils renferment ordinairement, la production des vapeurs intenses n'est jamais assez considérable pour avoir à craindre les effets délétères de ces vapeurs ou même en être affectés d'une manière désagréable. Dailleurs, pour la plupart des applications industrielles, l'acide nitrique étendu suffit et peut même être employé avec plus d'avantage que l'acide concentré; dans ce cas la production du gaz nitreux est inappréciable.

Manière d'assembler les éléments de la pile. AB, fig. 38, pl. 31, bocal en verre plein d'acide nitrique du commerce jusqu'en B', CC', cylindre creux de charbon plongeant dans l'acide nitrique jusqu'en B', PP', patte en zinc soudée au bord supérieur de l'anneau métallique ajusté sur le collet du charbon. DD diaphragme en terre poreuse contenant de l'acide sulfurique étendu. ZZ cylindre de zinc amalgamé auquel est soudée la patte métallique P".

Procédé pour enduire le verre de cuivre par voie galvanoplastique.

Par le doct. R. Mallet.

Ce procédé convient particulièrement pour enduire les tubes à combustion en verre, employés à l'analyse des matières organiques dans les laboratoires de chimie.

Lorsqu'on a besoin d'une très-haute température pour opérer la combustion des matières au moyen de l'oxide de cuivre ou du chromate de plomb, comme par exemple dans la détermination de la proportion du carbone dans diverses espèces de fonte, il arrive souvent que ce tube se ramollit, et c'est pour prévenir ce ramollissement qu'on l'enveloppe d'une feuille mince de cuivre que rarement on parvient à y faire adhérer et qui, par conséquent, remplit très-mal son but.

Je vais indiquer, pour cet objet, un procédé galvanoplastique qui non-seulement donne de meilleurs résultats, mais qui me paraît propre à fournir quelques applications dans les arts.

Pour revêtir par voie galvanique de cuivre un tube à combustion, on enduit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le côté extérieur avec une couche extrêmement mince de baume de Canada et de térébenthine, et on tamise dessus du graphite pulvérisé très fin. On met alors une extrémité du tube en communication avec un fil de cuivre et on plonge le tout dans la capsule ou l'auge d'un appareil galvanoplastique qui renferme le vitriol dissous, au bout de quelques heures le verre se trouve recouvert à l'extérieur d'une enveloppe très-adhérente et très-solide de cuivre parfaitement imperméable à l'air et au gaz.

La pellicule de baume de Canada interposée entre le verre et l'enveloppe de cuivre est tellement mince que sa décomposition ou destruction n'entraîne aucun accident fâcheux. Un tube à combustion de 0m.45 de longueur n'a augmenté en poids, déduction faite du graphite, que de $\frac{1}{10}$ de grain.

Sur la liqueur d'or employée en photographie.

Par MM. J. Fordos et A. Gélis.

Depuis la découverte de M. Daguerre, une foule de modifications ont été apportées à ses procédés. Parmi ces modifications, il en est une véritablement importante que la science doit à M. Fizeau. Cet habile observateur, en mêlant une solution de perchlorure d'or avec une dissolution d'hyposulfite de soude dans certaines proportions, a obtenu une liqueur qui a pour effet remarquable de faire prendre aux épreuves une grande intensité de ton.

Tout le monde a compris l'importance de cette découverte ; aussi la liqueur de M. Fizeau est-elle employée aujourd'hui par tous les photographes. Cependant sa nature chimique est restée complétement ignorée, et MM. J. Fordos et A. Gélis ont pensé qu'une étude approfondie de sa composition et de ses propriétés fournirait peut-être les moyens de remédier à quelques inconvénients qu'elle présente.

Pour préparer la liqueur de M. Fizeau, on dissout d'une part 1 gram. de chlorure d'or dans un demi-litre d'eau pure, et d'autre part 3 gram. d'hyposulfite de soude dans la même quantité d'eau. On verse alors la dissolution d'or dans celle d'hyposulfite, peu à peu et en agitant ; la liqueur, d'abord légèrement jaunâtre, ne tarde pas à devenir incolore.

En examinant la réaction qui s'opère dans ce mélange, MM. Fordos et Gélis ont reconnu que cette liqueur se composait de chlorure de sodium, d'hyposulfate bisulfuré de soude et d'un sel d'or, qu'ils ont isolé et étudié. L'hyposulfate bisulfuré de soude ne joue aucun rôle utile dans la fixation des images daguerriennes. On peut dire même que, par la facilité avec laquelle il abandonne du soufre sous l'influence de la chaleur, il peut contribuer à la formation de ces points noirs qui forcent si souvent à rejeter les épreuves les mieux réussies ; c'est probablement aussi à sa présence qu'on doit attribuer l'altération que la liqueur de M. Fizeau éprouve à la longue. Tous ceux qui en ont fait usage savent qu'on ne peut guère la conserver plus d'un mois. Cet inconvénient met chaque amateur dans la nécessité de la préparer lui-même, ce qui ne laisse pas que de présenter de grandes difficultés ; car si la préparation de cette liqueur est simple et facile pour les personnes habituées aux expériences chimiques, il n'en est pas de même pour les gens du monde ; il faut pour réussir se conformer exactement aux instructions de M. Fizeau (1) et surtout employer des produits purs ; or il n'est pas toujours facile de trouver ces produits tels dans le commerce, surtout depuis que les consommateurs se sont avisés, on ne sait trop pourquoi, d'exiger des fabricants un chlorure d'or d'un beau jaune, prenant pour un caractère de pureté un coloris qui indique seulement que le sel contient un trop grand excès d'acide dont la présence ne peut se concilier avec le succès de l'opération.

MM. Fordos et Gélis pensent donc qu'il serait utile de substituer à l'emploi de la liqueur de M. Fizeau, celui du sel qu'ils ont étudié, et il suffirait alors, pour obtenir une liqueur convenable, de dissoudre au moment du besoin, 1 gramme de ce sel dans un litre d'eau. Ajoutons, pour terminer, que cette substitution permettra dorénavant de transporter sous un petit volume des quantités de sel qui représenteront des masses énormes de liquide, et ce dernier avantage sera surtout apprécié par les photographes voyageurs.

Pour préparer ce sel on prend une liqueur d'or titrée qu'on ajoute à un poids connu d'hyposulfite de soude en ayant soin d'agiter après chaque addition. La coloration de la liqueur produite par l'addition du perchlorure d'or ne tarde pas à disparaître, mais il arrive un moment où elle devient persistance. C'est à ce moment qu'on s'arrête et où

(1) Voir *le Technologiste*, t. II, p. 20.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on doit, pour chaque équivalent d'or à l'état de perchlorure, avoir employé sensiblement huit équivalents d'hyposulfite de soude.

Ces résultats cependant sont loin d'être bien tranchés; les colorations et les décolorations sont lentes et difficiles à saisir. Quoi qu'il en soit, la proportion indiquée correspond presque exactement aux quantités proposées par M. Fizeau dans la première formule (1 gramme de chlorure d'or (1) et 3 grammes d'hyposulfite de soude). En suivant la seconde (1 gramme de chlorure d'or et 4 grammes d'hyposulfite de soude), il reste dans les liqueurs un excès d'hyposulfite de soude qui paraît être sans inconvénient pour l'usage auquel on le destine.

La liqueur ainsi préparée et incolore est soumise à l'évaporation, et lorsqu'elle est concentrée, l'alcool en sépare un précipité blanc cristallin excessivement soluble dans l'eau et dont la dissolution aqueuse possède toutes les propriétés de la liqueur de M. Fizeau.

Les images photographiques fixées par la dissolution de ce sel, qui paraît être un hyposulfite hydraté de protoxide d'or et de soude, préparées par M. Lerebours et présentées à l'Académie des sciences, ont offert en effet une intensité de ton remarquable et qu'il est ainsi facile de reproduire.

Préparation simple de l'hyposulfite de soude.

Par M. F.-A. Walchner.

L'hyposulfite de soude qu'on emploie aujourd'hui en assez grande quantité dans la photographie, peut être préparé en grande masse et en peu de temps par le moyen bien simple que voici :

On fait sécher du carbonate de soude pur cristallisé aussi complétement qu'il est possible, puis après l'avoir pulvérisé finement, on en mélange 500 gr. avec 150 gr. de fleur de soufre : on chauffe le mélange dans une capsule de verre ou de porcelaine jusqu'à ce que le soufre entre en fusion. La masse compacte qu'on obtient ainsi est, toujours en lui conservant sa chaleur, concassée, retournée et remuée afin de la mettre dans tous ses points en contact avec l'atmosphère. Le sulfure de sodium qui s'est formé ainsi est, dans ces circonstances, en s'emparant de l'oxigène de l'air et sous l'influence d'une faible calcination, transformé en sulfite de sodium. On dissout ce dernier dans l'eau, on enlève par filtration le fer qui s'est séparé, et on fait bouillir de nouveau la liqueur avec des fleurs de soufre ; après la filtration on obtient une liqueur presque incolore fortement concentrée qui donne de l'hyposulfite de soude très-pur en beaux cristaux et en grande quantité.

Si on chauffait trop rapidement le mélange, il pourrait aisément se brûler un peu de soufre, et par conséquent il resterait du carbonate de soude qui n'ayant pas été décomposé souillerait l'hyposulfite lors de la première cristallisation du sel; mais le mal n'est pas grand, et une nouvelle cristallisation suffit pour l'obtenir aussi pur qu'il est nécessaire pour le besoin de la photographie.

(1) Le chlorure d'or du commerce contient de 0.5 à 0.6 d'or métallique par gramme.

Le chromatype ou procédé photographique nouveau.

Par M. R. Hunt.

C'est à M. Ponton qu'on est redevable du premier procédé photographique dans lequel on a fait jouer le rôle d'agent actif à l'acide chromique. A cet effet ce chimiste a employé un papier saturé avec du bichromate de potasse qui, par son exposition aux rayons solaires, a passé promptement d'une belle couleur jaune à un brun pâle, en donnant par conséquent une image négative.

M. Ed. Becquerel a perfectionné ce procédé en imprégnant le papier de colle d'amidon avant d'y appliquer le bichromate de potasse, ce qui lui a permis de convertir l'image négative en une image positive par l'emploi d'une solution d'iode qui, en se combinant avec l'amidon dans les portions où la lumière n'avait pas eu d'action, ou bien où elle avait agi faiblement, formait ainsi un iodure d'amidon.

On ne peut se dissimuler toutefois que ces images exigent, pour les produire, un temps qui est assez long, qu'elles sont rarement nettes et bien distinctes, et qu'on les manque le plus souvent, malgré les soins les plus minutieux.

Tout en m'occupant d'une série fort étendue de recherches sur l'influence des rayons solaires, sur les sels de différents métaux, j'ai été conduit à la découverte d'un procédé au moyen duquel on produit de la manière la plus facile des photographies positifs.

On peut, pour cet objet, faire usage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de plusieurs chromates métalliques ; mais ceux auxquels je donne la préférence sont ceux de mercure et de cuivre, et surtout de ce dernier qui produit les effets les plus certains, et cela dans un temps infiniment moins prolongé que les autres chromates. Pour préparer le papier, on manipule ainsi qu'il suit.

On prend du papier à écrire de bonne qualité que l'on lave avec une solution de sulfate de cuivre, et fait sécher en partie. On le passe alors dans une solution de bichromate de potasse, et on sèche à une petite distance du feu. Les papiers ainsi préparés peuvent être conservés aussi longtemps qu'on le désire, et sont toujours prêts pour en faire usage. Néanmoins, il faut ajouter qu'ils ne sont jamais assez sensibles pour être employés dans la chambre obscure, quoique propres à tous les autres services.

Une gravure, un échantillon botanique ou autre objet quelconque ayant été placé sur le papier dans un cadre photographique disposé convenablement pour prendre des images ou faire des copies, ou expose au soleil pendant quelque temps, en variant la durée de l'impression lumineuse depuis 15 jusqu'à 20 minutes, suivant son intensité ou l'effet qu'on veut produire. Ce résultat de l'opération est généralement une image négative. Dans cet état, le papier est lavé avec une solution de nitrate d'argent, qui produit immédiatement une belle image orange foncé, sur un fond légèrement rembruni, ou parfois même parfaitement blanc. On fixe promptement cette image en lavant à l'eau pure et séchant.

Si on emploie des solutions saturées, on produit, ainsi qu'il vient d'être dit, des images négatives ; mais si ces solutions sont étendues de trois à quatre fois leur volume d'eau, la première action qu'exercent les rayons solaires consiste à noircir le papier ; après quoi survient immédiatement une action blanchissante très-rapide qui donne une image positive d'abord très-pâle, mais qu'on fait apparaître d'une manière plus nette et dans toute sa délicatesse au moyen du nitrate d'argent.

Il est de toute nécessité de faire usage d'eau bien claire pour fixer les images, attendu que la présence des chlorhydrates endommagérait celles-ci, et c'est même l'observation de ce fait qui a donné naissance à une variété fort agréable de chromatype.

Si on place l'image positive plongée dans une solution très-faible de sel commun, elle disparaît peu à peu en laissant quelques linéaments négatifs très-légers. Dans cet état, si on la retire de la solution saline, et qu'on la fasse sécher, on peut produire une image positive de couleur lilas, en exposant pendant quelques minutes aux rayons solaires.

L'analyse, au moyen du prisme, a démontré que ces changements sont produits par une classe de rayons placés entre le bleu le moins réfrangible et les limites extrêmes des rayons violets dans le spectre solaire visible. L'effet noircissant maximum est dû au rayon moyen bleu, et celui blanchissant est produit avec la plus grande énergie par les rayons violets les moins réfrangibles.

Nouveau mode pour bronzer les médailles électrotypes.

Par M. Z.-J. Rockline.

Lorsque je veux bronzer des médailles produites par le procédé électrotype, je procède constamment par le moyen que je vais décrire, et qui m'a toujours parfaitement réussi.

Le sous-oxide de cuivre $Cu\,O^2$ est infiniment moins sujet à être corrodé dans l'air humide que le cuivre métallique, et on a trouvé qu'une couche infiniment mince de ce sous-oxide suffit pour protéger complétement celui-ci contre les influences atmosphériques. Pour déposer cette couche mince sur le cuivre, l'objet qu'on veut préserver est recouvert, au moyen d'une brosse, d'oxide rouge de fer qu'on a amené à la consistance d'une couleur au moyen d'un peu d'eau. Lorsque cet oxide est sec, on chauffe l'article au rouge, pendant laquelle opération le fer est réduit à l'état de protoxide, et le cuivre a pris la quantité d'oxigène nécessaire pour forme run sous-oxide. On enlève alors l'oxide de fer de dessus la médaille au moyen d'une dissolution saturée bouillante d'acétate de cuivre, et l'opération est terminée.

Je ne me rappelle pas d'avoir encore lu la description de ce procédé pour bronzer les médailles électro-galvaniques ; mais je sais qu'il a été employé dans quelques cas pour s'opposer à la corrosion de certains objets en cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur la décoloration des substances colorées par la mie de pain, l'amidon, le sucre, etc.

Par M. E. Pirel.

Pour faire une expérience de ce genre, j'ai fait tremper de la mie de pain dans de l'eau colorée assez fortement par du vin pendant 4 ou 5 heures ; j'ai filtré ensuite la liqueur qui était complétement incolore, et avait la saveur du vin décoloré par le charbon.

J'ai fait la même expérience avec de l'eau colorée par d'autres substances végétales, telles que le café, le jus de groseilles, le tournesol, etc. L'expérience a réussi très-bien ; le tournesol et le jus de groseilles ont été complétement décolorés ; la dissolution de café a conservé une teinte légèrement jaunâtre.

J'ai voulu répéter l'expérience sur du vin pur, et, après y avoir fait tremper du pain pendant quelques heures, j'ai filtré, et le vin était de même devenu incolore.

D'après cela, j'ai voulu savoir si la farine non transformée en pâte, et qui ne serait pas cuite, jouirait de cette propriété décolorante ; l'expérience a réussi d'une manière très-satisfaisante, car après avoir laissé tremper la farine dans du vin pur pendant quelques heures, et avoir filtré, le vin était devenu complétement incolore.

J'ai voulu répéter les mêmes expériences sur l'amidon et le sucre : l'amidon a complétement décoloré des dissolutions et des teintures végétales dans l'eau ; le sucre n'a pas décoloré aussi complétement. L'amidon et le sucre n'ont pas décoloré le vin d'une manière aussi complète.

D'autres substances m'ont présenté des résultats curieux.

L'amadou n'a laissé au vin pur qu'une teinte brune très-claire.

Le lait frais et le lait caillé n'ont conservé au vin qu'une couleur semblable à celle du vin blanc.

Le sable fin (grès), l'oxide de fer ont décoloré le vin pur, mais non pas complétement, etc.

Éclairage des houillères.

On lit dans la *Gazette de Mons* qu'un perfectionnement de la plus haute importance vient d'être introduit dans une des exploitations au couchant de cette ville.

MM. Coppée et Cᵉ, exploitant à forfait de la partie du charbonnage du Rieu-du Cœur sur Quaregnon, connue sous le nom des Vingt-Quatre Actions, comprenant que l'économie dans les frais de production est une des principales sources de bénéfices, ont eu l'heureuse idée d'appliquer aux travaux des mines l'éclairage au moyen du gaz hydrogène carboné. C'est à près de 300 mètres de profondeur, au pied de leur puits nº 2, qu'ils ont établi leur appareil distillatoire, et c'est le 26 juillet qu'ont eu lieu les premiers essais, avec un plein et entier succès.

M. l'ingénieur en chef des mines, Gonot, a voulu être le premier à rendre hommage à cette nouvelle et puissante création de l'industrie. Ce fonctionnaire, accompagné de l'ingénieur Delneufcour, de M. le sous-ingénieur de Thier, de M. le conducteur Scarceriaux et de MM. Canevaille père et fils, actionnaires et directeurs de l'exploitation, est descendu dans les travaux par le puits aux échelles qu'éclairaient de haut en bas une multitude de becs projetant une vive et éblouissante lumière.

C'était vraiment un beau et grand spectacle que cette longue guirlande de feux ramenant l'éclat du jour dans ces voies souterraines où le mineur ne marchait naguère qu'à tâtons ; et nous ne croyons pouvoir mieux témoigner à MM. Coppée et Canevaille tout l'intérêt que mérite leur utile innovation qu'en faisant des vœux pour qu'ils aient bientôt de nombreux imitateurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Machine à élever l'eau.

Par M. DE ZIETEN.

Cette machine, qui a excité de l'intérêt en Allemagne, où elle donne lieu en ce moment à quelques débats, paraît fondée sur les mêmes principes que l'ingénieux bélier hydraulique de Montgolfier, dont elle est simplement une modification. Pour bien saisir l'idée de la machine de M. de Zieten, il est nécessaire de rappeler en peu de mots quelques-uns des principaux détails de la structure du bélier.

Le bélier hydraulique, dont on voit fig. 23, pl. 51, une esquisse, consiste principalement en un réservoir A rempli d'eau, auquel se trouve adapté un tuyau G placé sous une certaine inclinaison. Le tuyau s'élargit vers son extrémité en C, et au sommet de son renflement se trouve placée une soupape conique ordinaire B, pourvue d'une queue ou guide, et sous laquelle le courant d'eau peut continuer sa marche en ligne directe. Ce tuyau se relève verticalement, et immédiatement au delà de la soupape et débouche dans la chambre à air D, dans laquelle plonge également presque jusqu'au fond un autre tuyau vertical F. L'ouverture du tube G dans le réservoir d'air est fermé par une soupape à clapet F qui s'ouvre de bas en haut. L'ouverture du tuyau G en A, la soupape B et celle en F sont toutes trois sur une même ligne de niveau.

Si on soulève vivement la soupape à plusieurs reprises, en la laissant chaque fois retomber, il s'ensuivra que l'eau mise en mouvement par la pression de la colonne qui se trouve dans le réservoir A, aura une tendance à s'écouler par la soupape B et par l'ouverture F. Par conséquent, la masse de l'eau dans le tube G, mise ainsi en mouvement par la force d'impulsion, persistera pendant quelque temps à se mouvoir dans la même direction. Une portion de cette masse d'eau en mouvement dans le tube G s'écoulera par la soupape B, tandis que l'autre franchira la soupape F, pour se rendre dans la chambre à air D. L'eau qui aura ainsi pénétré dans cette chambre, ne pourra plus en sortir par suite de la clôture de cette soupape, de façon que lorsque la pression de l'air dans cette chambre sera devenue considérable, cette soupape se fermant, cet air en se dilatant comprimera l'eau, et la fera monter en courant continu par le tube E, jusqu'à une certaine hauteur.

La perte d'eau qui a lieu à chaque coup du bélier, a peut-être été la cause pour laquelle cette application ingénieuse de la force vive de l'eau en mouvement, a reçu si peu d'application, non pas tant encore à cause de la perte de l'eau en elle-même, que par la nécessité de faire écouler ce liquide à un niveau plus bas que celui du fond du réservoir A qui peut être une source, un ruisseau, une rivière, etc. C'est cette circonstance incommode que M. de Zieten a cherché à éviter dans la construction de sa machine, et la disposition qu'il a adoptée pour cet objet a, dit-on, rempli le but.

Cette machine est représentée dans la fig. 24, ou les pièces correspondantes sont désignées par les mêmes lettres que dans la figure précédente. A est le réservoir d'eau, B le tuyau horizontal qui a une faible pente vers C, et dans lequel se meut la masse du courant d'eau; la soupape B qu'on remarque dans le bélier hydraulique, est remplacée ici par un piston B qui monte et descend très-exactement dans le cylindre C et ne laisse, au moyen d'une bonne garniture, échapper ni eau ni air. Sur le piston qui est creux et n'est fermé que par le bas, est ajustée à charnière ou à boule une tige H reliée comme à l'ordinaire à la brimbale d'une pompe J mobile sur un tourillon M qui repose sur un appui L. Comme sur le tourillon il existe un long levier K, qui peut aussi la mettre en mouvement, il est ainsi très-facile de communiquer au piston B un mouvement vif et précipité de va et vient vertical. Ce piston remplit donc les mêmes fonctions que la soupape du bélier. L'eau dans le tuyau G est naturellement mise en mouvement quand on élève le piston, et continue à se mouvoir dans la direction du tuyau, au lieu de suivre les oscillations du piston. Elle ouvre lorsque le piston redescend la soupape F, et sa masse en mouvement étant beaucoup plus considérable que la capacité correspondante que parcourt le piston lors de son élévation, pénètre dans la chambre à air D, où elle est, par la clôture de la soupape F, lorsque le piston remonte de nouveau, soulevée dans le tube E comme dans le bélier.

Il y aurait beaucoup d'observations à faire sur cette modification du bélier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hydraulique, mais sans entrer dans une discussion à ce sujet, nous nous permettrons la remarque suivante.

Dans le bélier hydraulique de Montgolfier, la machine une fois mise en action, marche seule sans autre perte de force que celle qui résulte du frottement de l'eau dans les tuyaux qu'elle parcourt, de l'inertie des soupapes, et de l'eau qui s'écoule par la soupape B. C'est-à-dire qu'il n'est pas nécessaire d'y ajouter une force additionnelle ou de faire un emprunt au travail dont elle est susceptible, pour mettre en action une pièce accessoire du mécanisme; dans la machine de M. de Zieten, il faut au contraire employer un moteur pour faire agir son piston, ou emprunter une portion du travail de la machine pour le mettre en action. Il nous paraît douteux que la portion du travail absolu du moteur qu'on consomme ainsi, soit compensée par la supériorité du produit que cette machine pourrait fournir comparativement au bélier hydraulique, et en outre on fait ainsi disparaître cette belle simplicité qui n'était pas un des caractères les moins curieux de la machine hydraulique de Montgolfier.

Machines-outils employées dans quelques grands ateliers en Angleterre.

(Suite.)

Tour automatique ou mécanique, des ateliers de MM. J. Whitworth et Compagnie, ingénieurs constructeurs à Manchester.

Ce tour, qui est représenté en élévation par devant, fig. 3, pl. T. 17, et en plan dans la fig. 4, embrasse 2 mètres de largeur sur 3 mètres de longueur de plate-forme; par son secours on peut monter des pièces de 1 mètre de diamètre sur 6 mètres de longueur, entre les pointes; il réunit à lui seul tous les perfectionnements qui sont compris dans les deux patentes que M. Whitworth a prises depuis peu successivement pour cet objet.

AA, châssis à deux bancs reliés par des entretoises, qui s'étend sur toute la longueur de la machine, et est établi sur des fondations massives en pierre, sur lesquelles il est solidement boulonné. Sur la surface supérieure de ce châssis est fixée par des boulons une grande plate-forme dressée avec soin, et recoupée par des coulisses longitudinales, pour maintenir le grand chariot d'assise C, et le support fixe D, dans une position quelconque, ou bien pour fixer les gros cylindres, lorsqu'on se sert de ce tour pour aléser. Des montants robustes EE, venus de fonte avec le châssis, servent de chaise à la poupée fixe F, sur la plate-forme AA; quant à la poupée mobile, elle est placée sur le chariot d'assise C, qui se meut sur le châssis au moyen d'un pignon et d'une crémaillère. Une rainure I pratiquée dans un des bancs de ce châssis, et adaptée à deux étoquiaux ou guides correspondants venus de fonte, sur le chariot assurent une marche très-régulière à ce dernier. Ce chariot peut ainsi être amené tout proche de la poupée fixe, ou établi en un autre point, pour former un entre-deux pointes d'une étendue quelconque, et en rapport avec la longueur des bancs.

Dans toutes les positions qu'on peut faire prendre au chariot, ce tour fonctionne mécaniquement.

Un arbre de couche horizontal K, qui règne sous toute la longueur du châssis AA, est mu par une tige verticale L, qui est commandée par l'arbre du tour MM. Une roue d'angle N, montée sur cette tige L, engrène alternativement avec deux autres roues d'angle OO, qu'on fait glisser sur l'arbre de couche horizontal K, au moyen d'un manchon et d'un petit levier d'embrayage, suivant la direction qu'on veut imprimer au mouvement.

Ce mouvement une fois obtenu est communiqué à un second arbre horizontal P, qui roule parallèlement au-dessus du premier, dans des paliers établis sur la face supérieure du châssis au moyen de roues d'engrenage QQ, placées à l'autre extrémité. La position de ce second arbre permet d'appliquer facilement ce mouvement à différentes opérations. Ainsi la roue dentée R qui sert à faire tourner la vis de rappel S dans l'un ou l'autre sens, est mise en action par cet arbre, au moyen du pignon T qu'on peut faire glisser à volonté sur lui pour engrener, quelle que soit la position que le chariot d'assise occupe sur le banc. Des poulies montées sur le même arbre, et qu'on fait glisser suivant sa longueur, peuvent de même servir à faire, au besoin, marcher mécaniquement l'arbre de la seconde poupée G.

Le principal avantage qu'on retire de cette disposition, c'est qu'on conserve une communication et des rapports entre l'arbre du tour MM, et la vis de rappel S, quand on éloigne le chariot à toutes les distances de la poupée fixe;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le tour devient donc un tour automatique parallèle avec un grand entre-deux, et est alors applicable au travail d'une foule d'objets auxquels il ne se prêterait pas autrement d'une manière aussi convenable. La disposition pour changer la direction du mouvement de la vis de rappel, présente aussi de nombreux avantages.

La forme du chariot d'assise, la position de la vis de rappel, la disposition des parties qui composent le chariot V du support mobile, et le support lui-même U sont les mêmes que dans les tours patentés plus petits, construits par MM. Whitworth et compagnie et pourront, nous l'espérons, être compris à la seule inspection des figures. Un des côtés de la plaque supérieure du chariot C qui sert d'assise au support est plus large que l'autre, et c'est sous le plus grand qu'est placée la vis de rappel S qui, dans cette position, se trouve protégée contre toute atteinte et amenée cependant vers le centre d'action. L'écrou qui l'unit avec le chariot de support V est formé de deux mâchoires qu'on ouvre ou qu'on ferme à volonté par l'entremise d'un levier fixé sur l'axe d'une roue portant des coulisses excentriques. Cet axe et ceux sur lesquels se meuvent les deux mâchoires ont leurs coussinets établis sur des pièces de fonte solides, venues de fonte avec ce chariot, et qui descendent dans la coulisse pratiquée dans la plaque d'assise du grand chariot C. Une poignée W qui sert à manœuvrer le levier est attachée à une tige de communication qui s'étend transversalement à l'intérieur du chariot.

Lorsque l'écrou est ouvert, le chariot de support peut être mu à la main à l'aide d'une roue de vis sans fin qui fonctionne sur la vis de rappel S de la même manière qu'un pignon et une crémaillère. Cette application de la vis et de la roue de vis sans fin est un des objets sur lesquels porte spécialement une des patentes de l'inventeur. L'axe de cette roue à vis sans fin traverse perpendiculairement le chariot de support V et porte un pignon d'angle logé dans une cavité ménagée dans la portion supérieure de ce chariot. Un autre pignon d'angle qui commande le premier et qu'on fait tourner par le moyen d'une manivelle ordinaire X imprime le mouvement à la roue de vis sans fin sur le filet de la vis de rappel S et par conséquent entraîne le charriot V le long de la plaque d'assise.

C'est à la même roue de vis sans fin qu'on emprunte le mouvement mécanique pour dresser les surfaces.

Le chariot de support V étant solidement arrêté sur sa plaque d'assise en serrant la vis de pression Y destinée à cet usage, et la vis de rappel S étant mise en action, un mouvement de rotation est imprimé à la roue de vis sans fin, lequel mouvement, au moyen de l'engrenage d'angle dont il a été question plus haut, se communique à l'arbre qui passe par le travers du chariot V, arbre qui portant une roue dentée Z met en mouvement la vis placée sur le support U.

Lorsqu'on veut dresser des surfaces, on se sert aussi de ce support U qui tourne sur pivot, on le place en travers du chariot V et à angle droit avec la position dans laquelle il est représenté dans la figure.

Quand il s'agit de tourner des pièces plates d'un grand diamètre, le support U est transporté de son chariot V sur le support fixe D qui est boulonné sur le banc, ainsi que l'indique la figure.

Nouveau mode d'accouplement universel.

Par M. A. Poppe.

Quand on veut relier ou accoupler entre eux deux cylindres tournants dont les axes ne sont pas dans un même plan, ou en droite ligne, on se sert ordinairement, lorsque l'angle que forme le prolongement de ces deux axes ne s'élève pas au-delà de 40°, d'une disposition fort ingénieuse connue sous le nom de genou ou de joint universel, et dont on doit l'invention à Cardan ou à Hook. Pour cela, l'axe des cylindres qu'on veut relier ainsi est terminé par deux fourchettes demi-circulaires qu'on place à angle droit l'une par rapport à l'autre, et les quatre branches des enfourchements sont unies toutes ensemble, soit par un anneau ou cercle, sur lesquels on les fixe à 90° les unes des autres, soit par un croisillon aux quatre extrémités des bras duquel elles sont assemblées à articulation.

Si l'on observe ce joint universel assez commun autrefois dans quelques machines, on remarque dans le mouvement qu'il transmet, que, tandis que l'un des cylindres tourne avec une vitesse uniforme, la vitesse de l'autre cylindre est variable, et cette circonstance est d'autant plus frappante que les axes des deux cylindres accouplés font entre eux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un angle qui s'écarte davantage de la ligne droite. On découvre de plus que dans la rotation il y a pour l'un des cylindres un certain mouvement de va et vient dans le sens de son axe, qu'on ne parvient à éviter qu'en établissant un assemblage mobile ou à coulisse aux quatre extrémités des branches des fourchettes.

Ces défauts dans le jeu du joint universel ajouté à cette circonstance qu'il est impropre à résister à un effort un peu considérable, ont considérablement contribué à en limiter l'application.

Le problème de l'union de deux cylindres dont les plans de rotation font entre eux un angle qui peut varier de 0° à 90° par un moyen à la fois simple et exempt des inconvénients signalés ci-dessus ayant fait l'objet de quelques recherches de ma part, je vais faire connaître comment je crois l'avoir résolu.

La fig. 25, pl. 51, fait voir le principe dont j'ai fait l'application ; chacun des cylindres A et B est terminé dans le point où doit avoir lieu l'accouplement, par un fort anneau circulaire ou simplement un demi-anneau a,a, b,b. Ces deux anneaux sont liés entre eux solidement au moyen d'un troisième anneau c,c qui peut jouer librement dans chacun d'eux. Supposons, maintenant, qu'on fasse tourner l'un des cylindres A, l'autre cylindre B tournera également par l'entremise de l'anneau c,c sans éprouver de résistance additionnelle et avec la même vitesse que le premier. L'anneau d'accouplement c,c tournera librement pendant ce mouvement autour de l'axe imaginaire x,y qui forme un angle égal avec chacun des prolongements qu'on ferait par la pensée, des axes des cylindres A et B, et reste invariable, à l'exception peut-être d'un petit mouvement latéral alternatif.

Telle est la disposition bien simple que j'ai adoptée comme accouplement universel, disposition dont les résultats, autant que je puis en juger par des essais en petit, doivent être très satisfaisants. Parmi les avantages que j'ai cru y reconnaître, je citerai les suivants.

1° Cette disposition mécanique est simple ; elle peut être établie à peu de frais et aisément remplacée quand elle est hors de service par l'usage.

2° On peut lui donner toute la force qu'on juge convenable pour résister aux efforts les plus considérables qu'on emploie dans les arts mécaniques.

3° La transmission du mouvement de rotation s'opère avec douceur et a lieu sans résistance passive étrangère, sans glissement de l'axe de l'un des cylindres et sous tous les angles possibles entre les cylindres depuis 0° jusqu'à 90°.

4° Il est impossible d'apercevoir la moindre inégalité dans la transmission du mouvement, même lorsque l'angle de position réciproque des cylindres est de 90°.

Quant aux cylindres placés sur une même ligne, cette disposition présente un moyen d'accouplement solide et en même temps souple et flexible, qui a quelque ressemblance avec celui dit à griffe, mais qui lui est supérieur en ce qu'il n'a jamais besoin d'être ajusté, attendu que les quatre points d'appui de l'anneau du milieu sont constamment en prise et en contact avec les deux autres, quel que soit l'angle que puissent former leurs axes.

La fig. 26 présente le dessin de la construction qui me paraît la plus propre, dans l'établissement des machines, à produire, par ce moyen, d'une manière à la fois facile et solide, un accouplement et transmettre un mouvement d'une pièce à une autre.

Les deux cylindres A et B, qui tournent dans des coussinets a,a, ont leurs axes terminés tous deux par une pièce transverse b,b, assemblée solidement avec les extrémités d'une barre c,c, courbée en forme de fer à cheval ou demi-anneau. Les deux branches de ce fer à cheval c,c pénètrent dans des trous percés aux extrémités de la pièce b,b, et sont terminées par un pas de vis sur lequel on tourne un écrou de tirage d, jusqu'à ce que cette pièce b soit serrée fortement sur l'embase e réservée sur ce fer à cheval. Relativement au diamètre et aux dimensions du fer à cheval et de l'anneau intermédiaire, c'est une chose qu'on règle d'après la pratique des ateliers de construction ; mais dans tous les cas, il est avantageux de tenir cet anneau intermédiaire ou de transmission, un peu plus fort, ou au moins aussi fort, et jamais moindre que les deux fers à cheval, et de donner à l'anneau, lors du rapprochement des extrémités des axes des cylindres, une position telle que ces points d'appui des deux fers à cheval tombent aussi loin qu'il est possible l'un de l'autre, pour éviter, autant que faire se peut, la pression des axes.

Le mode d'accouplement universel que j'ai inventé n'est pas, je le confesse, applicable avec le même avantage dans toutes les circonstances. Dans les machines où le mouvement a besoin d'être fréquemment suspendu, ou bien celles où ce mouvement change de direction,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est-à-dire où les pièces tournent tantôt dans un sens tantôt dans un autre, on conçoit aisément le désavantage que présente ce moyen, désavantage qui, du reste, se retrouve également dans l'accouplement à griffes ordinaire. Ce désavantage consiste, comme on sait, dans le choc qui accompagne toujours le retour ou le changement de direction du mouvement. On pourrait, il est vrai, appliquer quelques dispositions propres à faire disparaître cet inconvénient, mais alors l'appareil perdrait l'un de ses caractères principaux et précieux, la simplicité.

La propriété que cet organe possède de transmettre le mouvement sous tous les angles, permet de conjecturer qu'il pourra remplacer avec avantage les engrenages d'angle dans tous les cas où il y aura transmission de mouvement sans changement de vitesse. Tant que la ligne que feront entre eux les axes des cylindres qu'il s'agira de lier ne formera pas un angle de plus de 45° avec la ligne droite, on réussira ainsi à opérer cette transmission avec succès; mais lorsque cet angle s'élèvera à 90°, il paraît peu présumable que l'appareil puisse servir, surtout pour les grosses machines, à cause de l'énorme frottement qui aurait lieu dans ce cas dans l'anneau, et de la poussée latérale considérable qui s'opérerait sur les coussinets des axes. D'un autre côté, dans les machines moins puissantes, ou les mécanismes plus légers, où il s'agit moins de la quantité du mouvement que de la manière dont il est transmis, nous pensons qu'on ne rencontrera aucune difficulté sérieuse à une application avantageuse de ce mode d'accouplement dans les conditions qui viennent d'être énoncées.

Nouveau procédé de fabrication des canons de fusil.

Par MM. Gastine et Renette.

Dans la séance de l'Académie des sciences, du 11 septembre 1843, M. Seguier a présenté, au nom de MM. Gastine et Renette, canoniers-arquebusiers, des canons de fusil façonnés, de procédé de fabrication.

Le ruban qui compose ces canons, au lieu d'être formé d'une lame plate roulée en hélice et soudée bord à bord, résulte de la juxta-position de deux rubans triangulaires superposés de façon que le sommet de l'un s'unisse à la base de l'autre. (Voyez la fig. 27, pl. 51, où l'on a représenté la coupe du mandrin et des tours successifs des deux rubans.

De cette façon, les points de contact de soudures, ainsi pratiquées dans des plans obliques, se trouvent augmentés; l'inconvénient des travers, c'est-à-dire des défauts de soudure, est plus sûrement évité.

Les épreuves auxquelles des canons forgés suivant cette méthode ont été soumis, sont la preuve la plus certaine du succès obtenu.

En voici les résultats :

Un canon du poids total de 875 grammes, long de 72 centimètres, ayant de diamètre intérieur 17 millimètres; d'épaisseur à la culasse 5 millimètres; à la bouche 1 millimètre 50, a été soumis à cinq épreuves faites successivement, en ajoutant chaque fois une nouvelle quantité de poudre et de plomb égale à la première, qui était de 11 grammes 13 pour la poudre et de 62 grammes 50 pour le plomb; le canon n'a cédé que sous la charge de 44 grammes de poudre et de 250 grammes de plomb. Sa rupture s'est opérée sans projection d'aucune de ses parties.

Un second canon, semblable quant à ses dimensions de tout point au précédent, essayé de prime abord à la charge sous laquelle celui-ci s'était ouvert, a eu le même sort.

Un troisième canon, soumis à trois épreuves seulement, mais commencées par une charge de 39 grammes de poudre et de 218 grammes 75 de plomb, après avoir supporté, avec un simple gonflement de 2 millimètres seulement, une charge de 44 grammes 54 de poudre et de 250 grammes de plomb, a enfin cédé sous la charge énorme de 50 grammes de poudre et de 281 grammes 25 de plomb. Nous disons charge énorme, car celle habituellement employée par les chasseurs, pour des armes d'un semblable calibre, ne dépasse guère 3 à 4 grammes de poudre et 40 grammes de plomb.

Un canon forgé par les mêmes procédés, suivant les dimensions de ceux destinés à l'armement de l'infanterie, a supporté diverses épreuves commencées avec 35 grammes de poudre et deux balles, et terminées avec 66 grammes 80 de poudre et deux balles, en n'éprouvant pour toute détérioration qu'un léger gonflement d'environ 8/10es de millimètre au-dessus de son tonnerre.

Témoin moi-même, a ajouté M. Seguier, de ces diverses épreuves répétées en présence de nombreux assistants, parmi lesquels je me plais à citer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Savart, officier supérieur du génie, je les ai crues assez intéressantes pour fixer un moment l'attention de l'Académie.

De la forme des pistons dans les machines à vapeur.

(Suite.)

Les fig. 26 et 31, Pl. 30, présentent diverses garnitures de pistons de la fabrication de M. Maxton et Cᵉ, de Leith. Le premier de ces pistons comprend un perfectionnement, introduit il y a déjà plusieurs années par M. M'Dowal de Johnston, près Paisley, qui consiste à couper les anneaux de biais ou dans une direction oblique au lieu d'une direction perpendiculaire. Dans le piston de M. M'Dowal l'anneau est divisé en plusieurs segments, et comme on n'y fait usage que d'un seul anneau, une pièce mobile est établie sur un des côtés pour s'opposer au passage de la vapeur par l'ouverture. Nous préférons cette méthode à celle précédemment décrite d'une pièce mobile mortaisée. Celle qu'on voit dans la figure pourrait être perfectionnée par la substitution d'un simple anneau de hauteur suffisante, au lieu de deux, et en employant une pièce mobile derrière le joint, ce qui rendrait la garniture de chanvre inutile. Les autres modes de réunion représentés dans les figures indiquées, n'offrent pas grand intérêt, parce qu'ils sont d'une exécution difficile et ne possèdent pas d'avantages correspondants.

La fig. 27 représente les anneaux-garniture du piston de la locomotive de Stephenson, tel qu'il est employé sur le *Great-Western Railway*. La particularité qui le distingue, consiste en deux anneaux réunis à rainure et languette l'un à l'autre à la manière des planches de menuiserie. Dans la description qu'on a publiée de cette locomotive, il est dit que c'est dans l'intention de les tenir fermes en place, résultat qui nous semble devoir être suffisamment atteint lorsqu'ils sont renfermés dans le cylindre. Du reste nous ne croyons pas devoir insister sur cette disposition sans importance.

La fig. 28 est le plan d'un piston employé sur le *South-Western Railway* et qui ressemble beaucoup à ce que nous avons vu sur la ligne de Manchester à Liverpool. La simplicité de ce piston est remarquable, et son efficacité égale pour le moins à celle de plusieurs autres que nous avons figurés. On fait usage d'une modification de cette forme sur le *Runcorn Gap Railway*, avec cette différence toutefois qu'à l'opposé de la vis d'ajustement, l'anneau est parfaitement plat sur environ le quart de la circonférence.

La fig. 29 nous offre une disposition qui a été fréquemment adoptée par MM. Claud, Girdwood et Cⁱᵉ. La garniture consiste en quatre anneaux de 4 à 9 centimètres carrés suivant la dimension du cylindre qui peut varier de $0^{m},15$ à $1^{m},25$ en diamètre. Dans les pistons de cette dernière dimension les anneaux sont tournés de 50 millimètres francs de plus en diamètre, puis après coupés en un point et ramenés de force à l'état circulaire complet sur un mandrin préparé à cet effet en rapprochant les extrémités de telle façon qu'il ne puisse y avoir fuite de vapeurs sans qu'il soit nécessaire de garnir derrière, quoique, pour plus de sécurité, on applique aussi une garniture. Afin d'amener la surface cylindrique des anneaux plus promptement à porter avec exactitude, on pratique tout autour de chacun d'eux une gouttière sur la circonférence extérieure; ce moyen peut servir en outre à maintenir le piston étanche en offrant une cavité où se logent l'huile et le suif, ce qui dans une foule de cas peut être d'une très-grande utilité. Nous connaissons un exemple où ce piston a fonctionné, sauf quelques interruptions, et avec peu ou point de réparations, pendant une période de dix années.

La fig. 30 est le piston annoncé plus haut comme étant employé sur le chemin de fer de Glasgow et Ayr, où il a remplacé les variétés plus compliquées. Nous avons déjà longuement fait connaître notre opinion sur ce piston et nous n'y reviendrons pas, seulement nous ajouterons que nous le croyons exempt de presque tous les défauts que nous avons signalés dans les autres appareils, et qu'il a fourni des résultats satisfaisants dans la pratique. La position des anneaux, qui sont placés avec leurs coupures à 90° au lieu de 180° est une de ces améliorations vulgaires, mais judicieuses, qui déterminent souvent la valeur ou l'inutilité d'une invention mécanique.

La fig. 32 est la coupe et le plan d'un piston semblable à celui employé dans la machine américaine et tel qu'il a été récemment construit pour le chemin de Gloucester et Birmingham par MM. Nasmith, Gaskell et Cⁱᵉ. Il y a deux anneaux de garniture de 18 sur 30 millim. chacun, ou quatre segments, pressés par trois ou quatre ressorts elliptiques avec vis d'ajus-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement, au moyen d'un anneau intérieur égal en hauteur aux deux autres et coupé en trois ou quatre endroits. Il n'y a pas grande objection à faire contre ce plan, mais M. Nasmyth a construit beaucoup de ses pistons de locomotive avec des ressorts d'acier en spirale au lieu de les faire elliptiques comme il est d'usage, et on a trouvé qu'ils étaient très-sujets à casser ; aujourd'hui ces pistons sont presque entièrement hors d'usage. Nous avons vu des anneaux de garniture établis par M. Nasmyth, qui étaient creux, de manière, nous croyons, à obtenir une grande portée ou surface de contact, afin de prévenir la fuite de la vapeur sans augmenter le poids ; nous ignorons si cette combinaison est bien réellement avantageuse.

La fig. 35 est une garniture métallique spirale de Jessop, telle qu'elle a été construite il y a quelques années par MM. Claud, Girdvood et Cie pour deux petites machines supplémentaires à bord du *Don Juan*. Nous manquons d'éléments suffisants pour juger le travail de ce piston, mais si l'on considère l'action du spirale, lorsque l'anneau est comprimé sous un moindre diamètre, on trouvera que la tension des ressorts est à son minimum au centre de la lame contournée et qu'elle augmente vers chaque extrémité dans le rapport de la moitié du nombre des tours à l'unité.

II. Des pistons des machines à vapeur de navigation.

Après avoir ainsi décrit les variétés les plus remarquables dans les pistons des machines à vapeur locomotives et terrestres, nous allons jeter un coup d'œil sur les principales formes adoptées par les constructeurs les plus éminents pour les machines de navigation.

La fig. 28, pl. 31, représente la forme du piston d'une machine de navigation construite par MM. Fawcett et Preston. Cette forme ressemble considérablement au piston de la locomotive de Forester, et présente ses avantages et ses défauts. Il serait superflu, à ce que nous pensons, d'entrer dans une analyse de cet appareil, après avoir fait connaître en détail les principes généraux sur lesquels nous avons pu asseoir un jugement.

La fig. 29, est la représentation du piston du *Great Liverpool*. On y remarque deux anneaux de garniture, coupés en l'un de leurs points avec un coin en V qui pousse en dehors, et tend à dilater chaque anneau. Cette disposition est presque identique avec celle représentée dans la fig. 28, pl. 30, des pistons terrestres, et dans un cylindre parfaitement tourné, et avec un ressort suffisamment fort, son action doit être satisfaisante. Un puissant ressort en fer à cheval serait, à ce que nous présumons, supérieur, dans ce cas, à un ressort elliptique, et décidément préférable à la méthode de pousser en avant le coin par une vis rigide fixée dans la partie solide du piston.

La fig. 30 est une forme de piston qui a été adoptée par M. R. Napier dans un grand nombre des bâtiments à vapeur qu'il a fait construire, et qui est semblable à celui employé sur *le Cunard* ou paquebot de la ligne d'Halifax. La forme particulière des blocs contre lesquels viennent presser les ressorts au lieu du coin en V ordinaire, est un caractère particulier qui distingue ce piston et celui de la fig. 22 de la pl. 30, auquel du reste il ressemble dans tous les autres points.

La fig. 31 représente la forme du piston que construit actuellement M. R. Napier. Deux anneaux d'environ 30 centimètres carrés de section (le cylindre ayant 1 mètre 63 de diamètre) sont divisés en deux segments dont les longueurs peuvent être dans le rapport de 1 à 3 ; chaque anneau est poussé par un certain nombre de ressorts qu'on fait généralement très-roides et de peu d'étendue. Les anneaux en conséquence s'usent si rapidement, que nous avons été témoin d'un cas où il a fallu les agrandir au moyen d'une épaisseur considérable de cuivre qu'on a adaptée à leurs extrémités. Nous ignorons quel a été le motif qui a déterminé à diviser les segments suivant le rapport indiqué, si ce n'est toutefois pour avoir la facilité de retirer ces anneaux sans être obligé d'enlever la traverse. Sous tous les autres rapports une simple coupure eût été tout aussi efficace. Le trait distinctif de ce piston réside dans ces coupures sur la circonférence extérieure de l'anneau, et qui ont été pratiquées sous un angle considérable avec la perpendiculaire ; disposition que nous ne nous rappelons pas avoir vue auparavant. La forme particulière du ressort représente ici, n'a, du moins autant que nous avons pu l'observer, été encore adoptée que par M. Napier.

La fig. 32 représente celle du piston du *William Fawcett*, bâtiment à vapeur, où l'anneau a été fabriqué par MM. Seaward. Il n'y a qu'un seul anneau de garniture de 94 sur 44 millimètres, fabriqué suivant un plus grand diamètre ou battu au marteau à l'extérieur, de manière à avoir une très-grande

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

élasticité. Cet anneau n'est coupé qu'en un seul point et une pièce de 0 mètre 20 à 0 mètre 22 de longueur, de la demi-épaisseur de l'anneau, et environ le tiers de la hauteur, est maintenue sur sa paroi supérieure, afin de compléter l'anneau en ce point. Derrière le joint ou la coupure, est placé un bloc vissé sur l'une des extrémités de l'anneau, et libre sur l'autre, de manière à fermer toute issue à la vapeur. Indépendamment de son élasticité, cet anneau est encore pressé par six ressorts elliptiques. Au total c'est un des meilleurs pistons de machine de navigation que nous connaissions. L'anneau toutefois, à mesure qu'il s'use, déplace le joint entre l'anneau et le petit segment. Ce joint s'ouvre à chaque extrémité, comme on l'a représenté dans la figure, ce qui est un défaut.

La fig. 33 est le plan et la coupe du piston des machines du bâtiment à vapeur *le Don Juan*, (cylindre de 1 mètre 70 de diamètre). Il y a deux coupures qui forment deux segments dont le plus petit est un tiers de la circonférence, avec des blocs en V aux points de jonction, et des ressorts elliptiques minces.

La fig. 34 constitue un genre de piston qui est employé par MM. Miller, Ravenhill et compagnie. L'anneau est tourné suivant un diamètre plein à prendre jusqu'à la pointe de la languette, et on coupe les extrémités carrément, pour leur permettre de venir affleurer, de façon que cette languette est tout d'une pièce avec l'anneau. La bride de fer malléable a pour but de dilater et resserrer l'anneau, ce qui s'effectue par des moyens variés.

La fig. 35 représente le piston de la machine de navigation de MM. Maudslay et Field. Ici la languette ne fait pas corps avec l'anneau, mais y est fixée par des goupilles ou des prisonniers. La coupure est oblique pour empêcher que le cylindre ne soit rayé ou sillonné. La languette, dans cette variété ainsi que dans la précédente, est naturellement rodée, et on y ajuste derrière une pièce aussi rodée, pour s'opposer au passage de la vapeur.

La fig. 36 est le piston dont MM. Maudslay font usage pour leurs tiroirs cylindriques. En serrant ou desserrant les vis, il est évident que les anneaux sont resserrés ou dilatés; on a ménagé naturellement une pièce plate dans le corps du piston pour y loger la bride.

Les pistons de MM. Scott et Sinclair consistent en un grand nombre de segments pressés par des blocs en V sur lesquels agit un ressort continu; ceux de MM. Caird ont la même forme, mais les blocs sont plats et les ressorts séparés.

La fig. 37 est un piston proposé depuis peu par MM. Parsons et Bunning. A est un anneau de fonte, et B un second anneau intérieur de fer forgé; ces deux anneaux sont unis solidement ensemble et présentent chacun une coupure, l'une en C, et l'autre en D, peu distantes l'une de l'autre; une portion de l'anneau intérieur s'étend au delà de la coupure C, et la languette E, qui est ajustée avec précision dans l'anneau extérieur, rend le joint imperméable. La coupure a lieu obliquement pour ne pas rayer le cylindre. Suivant les inventeurs, l'effet de ce piston basé sur la différence de dilatabilité des métaux procure l'avantage d'être d'un bon service, peu dispendieux et peu sujet à des dérangements; d'après le système de compensation de la construction, il presse contre le cylindre avec une force proportionnelle à la température, et par conséquent à la force élastique de la vapeur, propriété, disent-ils, qu'il conserve jusqu'à l'usure complète de l'anneau extérieur.

Les pistons de MM. Blythe consistent en deux anneaux excentriques placés l'un sur l'autre sans ressort ni garniture. MM. Fairbairn et C^ie. en ont fabriqué un grand nombre avec un double rang d'anneaux excentriques à l'intérieur, de façon que le vide de l'anneau interne est concentrique avec celui de l'anneau externe : l'espace derrière les anneaux internes est également garni de chanvre. Cette variété de piston a été introduite sur le bâtiment à vapeur *le Tagus*, mais elle est très-difficile à maintenir en bon état et n'a pas fourni de bons résultats.

Rail-way atmosphérique.

Nous avons été les premiers à annoncer en France, il y a deux ans (1), le nouveau mode de construction pour les chemins de fer inventé par M. Clegg, et nous sommes entrés dans quelques détails sur le principe qui lui sert de base et qui est la pression atmosphérique, ainsi que sur le mode d'exécution que l'inventeur avait adopté, et enfin sur quelques expériences qui avaient été faites en Angleterre avec un appareil d'essai. Depuis cette époque, MM. Pim et Bergin, qui sont conjointement directeurs d'un

(1) Voir *le Technologiste*, t. II, p. 38.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chemin de fer justement célèbre en Europe, comme un petit chef-d'œuvre de bonne organisation et de perfection du travail, le chemin entre Dublin et Kingstown, ont résolu de soumettre à une épreuve décisive le système atmosphérique ou pneumatique en l'appliquant à une nouvelle ligne qui est actuellement en construction entre Kingstown et Dalkey. Au moyen d'une provision de 625,000 fr. votée par le parlement, cette ligne a été promptement terminée, et les journaux anglais ont annoncé qu'on allait procéder à des épreuves préliminaires. Ces épreuves ont eu lieu en effet le mois dernier, et nous allons rapporter d'après l'un d'eux les résultats qu'elles ont présentés.

« Une expérience préliminaire, dit le journal de Dublin, a eu lieu samedi dernier sur le chemin établi d'après le principe atmosphérique : cette expérience a répondu sous tous les rapports à l'attente de MM. Clegg et Samuda, qui sont patentés pour cet objet, et de toutes les personnes présentes qui s'intéressent à l'introduction de ce nouveau mode de locomotion.

» L'expérience a eu pour but la seule satisfaction des ingénieurs dont l'œuvre n'est pas encore terminée et complète.

» Ces savants ingénieurs étant arrivés sur le chemin, la vapeur a été mise en action, l'énorme pompe à air a commencé à travailler et le mercure du manomètre n'a pas tardé à manifester sa puissante action ; en soixante coups on a obtenu une hauteur de 0m,508, et peu après de 0m,561. Ce fait seul réalisait les espérances les plus hardies et ne laissait plus de doute sur la capacité et le pouvoir de la machine pour produire un vide suffisant.

» La force a été estimée de la manière suivante : le vide produit par chaque centimètre de mercure dans la jauge barométrique, est capable de faire marcher 3,4 tonneaux sur une route de niveau, ou à peu de chose près, 1 tonneau sur une pente de 1/113e, telle que celle de la ligne de Dalkey, avec une vitesse dépendante de celle avec laquelle fonctionne le piston de la pompe à air de l'appareil actuel. Chaque double coup de pompe à air équivaut à peu près à 3200 mètres par heure, et la machine de Dalkey étant établie pour fonctionner avec une vitesse de 24 doubles coups par minute, il en résulte que, si on le désire, les convois peuvent être mus avec une vitesse d'environ 80 kilom. (à peu près 20 lieues) à l'heure.

» L'expérience terminée, on a introduit le piston dans le tube qui constitue la voie, à la soupape d'équilibre près du pont de Glasthule ; mais tandis qu'on opérait cette introduction la clef de la roue de chasse ayant glissé, il s'est passé presque une heure avant qu'on parvînt à l'ajuster de nouveau.

» Le mouvement de la roue de chasse ayant été rétabli, la machine à vapeur a été remise en action, mais non plus d'après son principe de condensation, attendu qu'il n'y avait plus d'eau pour condenser la vapeur ; elle a donc fonctionné à haute pression et demi-force : pendant ce temps la hauteur du mercure dans le manomètre a varié entre 0m,279 et 0m,355. Le signal ayant été donné par des cantonniers en station le long de la ligne, le chariot à piston avec deux voitures de voyageurs, l'une de seconde et l'autre de troisième classe qu'on y avait accrochées, se sont mis en mouvement d'eux-mêmes aux cris d'allégresse des spectateurs. En quatre minutes il a franchi la distance de 2000 mètres, après avoir été retardé considérablement au départ par les freins qu'on avait serrés sur les roues pour maintenir la force motrice sous un contrôle convenable, ainsi qu'au terme de la course, pour que le convoi ne dépasse pas la limite de la voie.

» M. Samuda était sur le chariot à piston, et plusieurs ingénieurs qui ont pris place dans les voitures, ont assuré que le mouvement avait une extrême douceur et une aisance parfaite, que les courbes avaient été franchies sans qu'il y ait eu une différence sensible dans le mouvement des voitures, et que ce genre de locomotion n'était plus un problème à résoudre, mais un fait accompli, malgré les obstacles de toute espèce qui ont entravé cette tentative.

» Voici maintenant sur ce rail-way pneumatique ou atmosphérique quelques données qui ne sont pas dépourvues d'intérêt.

» Le chemin, quand il sera terminé, présentera une longueur de 2804 mètres de tuyau ouvert, et 122 mètres de tuyau fermé en communication avec le précédent.

» La machine à vapeur a une force de 100 chevaux ; elle fonctionne sur le principe de l'expansion et de la condensation.

» La pompe à air est à double effet ; son diamètre est de 1m.700, et celui du tube ouvert de 0m.381.

» La station de Dalkey est de 21m.335 plus élevée que celle de Kingstown. Les pentes varient entre 1mil.76, qui est la plus grande, et 0mil.41 par mètre, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est la plus petite, la moyenne étant 0mil.87 par mètre.

» On a calculé que les convois descendent de Dalkey par le simple effet de la gravité, avec une vitesse de 48 à 56 kilomètres à l'heure.

» La courbe la plus petite n'a qu'un rayon de 167 mètres. »

Depuis ces expériences, il en a été fait d'autres en présence du lord lieutenant d'Irlande, qui ont eu, dit-on, encore plus de succès. Deux voitures sont remontées avec une vitesse de 41 kilomètres à l'heure eu 3 minutes, et sont redescendues par la seule force de la pesanteur le long du plan incliné en moins de 5 minutes.

Sur la cause de la rupture instantanée des essieux sur les chemins de fer.

Par M. W.-J.-M. Rankine, ingénieur.

Dans un mémoire sur ce sujet, lu tout récemment à l'institut des ingénieurs civils de Londres, l'auteur a commencé par établir que la rupture inattendue des essieux qui paraissaient être de bonne qualité à l'origine, après avoir marché un certain nombre d'années sans qu'on y remarquât la moindre apparence d'altération ou de défaut, devait avoir pour cause une détérioration graduelle, qui survient pendant le temps qu'ils fonctionnent. Quant à la nature et à la cause de cette détérioration, on n'a présenté jusqu'à ce jour que des hypothèses. La plus raisonnable paraît être celle qui suppose que la texture fibreuse du fer malléable acquiert peu à peu une structure cristalline, structure qui se trouvant plus faible dans la direction longitudinale, cède sous l'effet d'un choc que le même fer à l'état fibreux aurait soutenu sans en éprouver d'atteinte.

M. Rankine soutient qu'il est difficile de prouver qu'un essieu qu'on trouve, quand il se brise, posséder une structure cristalline, ne présentait pas déjà ce défaut à l'origine, au point où a eu lieu la rupture, quoique dans les autres parties la texture puisse bien avoir été fibreuse.

Suivant lui la détérioration graduelle a lieu dans les essieux sans, pour cela, qu'ils perdent leur structure fibreuse, et cette détérioration n'est nullement due à la cause à laquelle on l'a généralement attribuée.

Parmi une collection d'essieux forgés en fagots qui se sont brisés après avoir marché pendant des espaces de temps de deux à quatre ans, l'auteur en a choisi cinq où il a fait remarquer avec soin l'aspect du métal au point de rupture qui, dans ces cinq essieux, a eu lieu dans l'angle rentrant où la portée de la roue était unie au corps de l'essieu. Les ruptures paraissent avoir commencé par une petite fissure lisse et régulièrement formée qui s'est étendue sur tout le pourtour de la naissance de la portée et a pénétré, en moyenne, à une profondeur de 12 à 13 millimètres. La fissure, à ce qu'il est permis de présumer, s'est propagée de la surface au centre de telle manière, que l'extrémité brisée de la portée était convexe, tandis que celle du corps de l'essieu était nécessairement de forme concave, jusqu'au point où l'épaisseur du fer resté sain au centre n'a plus été suffisante pour résister aux chocs auxquels cette pièce se trouvait exposée.

Dans tous ces essieux le fer est resté fibreux, ce qui prouve qu'aucun changement materiel n'a eu lieu dans sa structure.

L'auteur est convaincu que la rupture de ces essieux est due à une tendance que le changement abrupte d'épaisseur, dans le point où la portée rencontre l'épaulement, paraît posséder, pour accroître les effets des chocs en ce point. Il croit que par suite du mode de fabrication, les fibres en cet endroit ne suivent pas la surface de l'épaulement, mais pénètrent tout droit dans le corps de l'essieu. Or, la faculté d'une fibre pour résister à un choc étant en raison composée de sa force et de son extensibilité, la portion de cette fibre qui est à l'intérieur du corps de l'essieu, doit avoir moins d'élasticité que celle qui se trouve dans la portée, et par conséquent il est probable que les fibres cèdent à l'épaulement, parce que le jeu qu'elles prennent par leur élasticité se trouve arrêté en ce point. Il soutient que cette explication rend raison de la direction de la fissure qui se propage à l'intérieur vers le corps de l'essieu, de façon que la surface de la rupture est toujours convexe dans cette direction.

Il propose, en conséquence, dans la fabrication des essieux, de raccorder les portées par une plus grande courbure à l'épaulement avant de mettre sur le tour, de façon que la fibre soit continue dans toute sa longueur. L'action plus considérable à l'épaulement contribuerait donc à ajouter à la force des fibres, sans s'opposer à leur élasticité. Divers essieux, avec une extrémité fabriquée ainsi, comparés avec ceux fabriqués à la manière ordinaire, ont présenté, lors de leur rupture, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

premiers, une résistance de cinq à huit coups de marteau, tandis que les seconds ont tous été rompus par un seul coup.

Si on considère l'action vibratoire à laquelle les essieux sont soumis, il en résulte, suivant M. Rankine, que le point où il y a un changement brusque dans l'étendue des oscillations des molécules du fer, ces molécules doivent nécessairement y être plus aisément séparées les unes des autres par arrachement, tandis que dans la forme perfectionnée des portées, la faculté de résister à des chocs se trouvant accrue par la continuité des fibres superficielles, il en résulte que l'action destructive du mouvement vibratoire se trouve annulée par la continuité de cette forme.

M. York, qui a proposé, pour prévenir les accidents sur les chemins de fer, l'emploi des essieux creux, et dont nous avons rapporté les essais dans *le Technologiste*, tom. IV, pag. 508, ainsi que la discussion à laquelle ce sujet a donné lieu au sein de l'institut des ingénieurs civils, annonce que depuis la dernière réunion de cette société, il a fait une nouvelle série d'expériences qui ont confirmé son opinion relativement à l'interruption de la vibration dans les essieux solides ou pleins de chemins de fer, quand on cale les roues très-serré. Dans tous les cas semblables où la vibration est arrêtée, il y a probabilité, selon lui, qu'il y aura rupture, tandis qu'avec des essieux creux, on remarque très-peu de différence dans le son, quand on les frappe et les fait tinter, et aucune diminution de force après le calage des roues, avantage qu'il attribue à l'égale distribution du métal dans le cylindre creux. Du reste, il partage l'avis de M. Rankine sur la plupart des autres points.

M. Parkes a cherché à confirmer l'opinion de M. York, et croit que si l'on parvient à donner aux essieux creux une rigidité suffisante pour résister à la flexion, ils devront partout remplacer ceux en fer plein. Leur propriété de transmettre plus facilement les vibrations, est une circonstance qui parle en leur faveur; et l'on sait parfaitement bien, que dans les pièces d'artillerie et les canons de fusil, on exige une grande régularité dans l'épaisseur du métal, afin d'assurer une égale transmission de la vibration causée par l'expansion subite des métaux au moment de l'explosion. Si cette vibration ne peut pas avoir lieu régulièrement, le canon crève tôt ou tard, ou bien la balle ne marche pas correctement. Entre autres expériences dues à M. Greener de Newcastle, il a cité celle où ce savant à fait tourner conique le plus correctement possible, l'extérieur d'un canon de fusil. Sur ce canon il a enfilé plusieurs anneaux de plomb jusqu'à ce qu'ils arrivassent à toucher serré le canon dans toute sa circonférence. Ces anneaux disposés de distance en distance, et qui avaient 0 mètre 05 d'épaisseur, se sont tous relâchés quand on a enflammé dans le canon une charge de 7 grammes de poudre, c'est-à-dire que tous se sont dilatés régulièrement suivant leur diamètre; c'est un fait bien connu que les canons crèvent rarement, et peut-être jamais, par le fait de décharges continues, mais que ces accidents surviennent à la suite des circonstances particulières, et se présentent généralement quand il y a soit inégalité dans la nature du métal, soit irrégularité dans sa distribution.

Du reste, la plupart des meuniers et constructeurs de moulins en Angleterre, connaissent très-bien la supériorité des arbres creux, et en font même fréquemment usage, parce qu'il est plus facile de les maintenir froids que ceux en fer plein, surtout lorsqu'on marche avec de très-grandes vitesses, et que les arbres sont exposés particulièrement à éprouver des altérations de la part d'une force vive, ou d'une percussion, ou enfin d'une série de vibrations récurrentes et périodiques.

Vaisseaux de fer.

En ce moment le fer gagne tous les jours pour la construction des vaisseaux. Il y a déjà quelque temps qu'on le préfère pour les bateaux à vapeur, et il n'y a pas un seul steamer de bois sur le chantier de Liverpool; il y en a deux en fer de première classe presque achevés, et nous savons que des marchés sont passés pour la construction de trois autres. Nous savons aussi que la seule objection à l'emploi du fer pour les vaisseaux à voiles, celle de se salir, de s'encroûter dans un voyage de long cours, est complétement détruite. Cela résulte de deux voyages de *la Reine de fer*, navire de 350 tonneaux de registre, qui, après avoir quitté la rivière de Tyne en février 1842, avec 424 tonneaux de houille pour la Havane, est allée de ce port à Mobile avec un chargement de coton. De Mobile *la Reine de fer* a porté 300 tonneaux de sel à Galveston, au Texas, d'où elle est revenue avec pleine charge de coton.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce navire, placé sur la forme à radoub, a été visité par un grand nombre de personnes ; il a été reconnu n'avoir pas fait la perte d'un seul rivet, bien qu'il ait fortement touché sur la barre de Galveston. Il n'y a pas apparence de rouille. Aucune coquille, aucune plante marine, aucune malpropreté ne s'est attachée au navire. Ce résultat précieux a été obtenu par la simple application d'un mélange de suif, de vernis, d'arsenic et de soufre, qui détruit les substances végétale et les animaux marins. *La Reine de fer*, faite par MM. J. Vernon et Ce d'Aberdeen, prouve l'habileté de ces constructeurs. Les inspecteurs du Lloyd sont tellement satisfaits de cette absence totale de corrosion, qu'ils ont mis ce navire au premier rang de la première classe.

Appareil d'expansion pour les locomotives.

Par MM. Parsons et Bunning, ingénieurs civils.

On a fait un grand nombre de tentatives pour obtenir une économie sur la consommation du combustible dans les locomotives, en faisant marcher ces machines avec une expansion plus étendue que celle qu'on a adoptée jusqu'à présent, mais l'expérience semble avoir démontré qu'il n'y avait pas d'avantage à produire une expansion qui dépassât un quart de la course du piston. Beaucoup d'ingénieurs ont attribué le peu de succès qu'ils ont obtenu à la rapidité avec laquelle marchent les machines, vitesse qui, à ce qu'ils imaginent, ne laisse point à la vapeur le temps nécessaire pour se dilater. Cette explication manque d'exactitude, car quand la vapeur est une fois introduite dans le cylindre, qu'on lui ferme toute communication avec la chaudière et qu'elle se trouve ainsi confinée, il faudrait, pour qu'elle ne s'y dilatât pas, qu'elle fût à une plus haute pression près du couvercle du cylindre que dans le voisinage du piston, ce qui est manifestement absurde.

Il n'y a nul doute, toutefois, qu'une machine à expansion de système ordinaire n'éprouve une perte par suite de la grande vitesse de son piston ; car, lorsque la manivelle vient de passer ses points morts, le piston ne possède qu'un bien faible mouvement, et la vapeur ayant le temps de passer par les ouvertures, y acquiert une pression presque égale à celle dans la chaudière. Mais la grande vitesse même du piston quand il est arrivé au milieu de la course, réduit considérablement la pression dans le cylindre, qui toutefois recommence à augmenter à mesure que le piston perd de sa vitesse, de façon que le cylindre rempli d'abord de vapeur de 3 kilog. 50 de pression au centimètre carré, n'est employé utilement qu'au moment où peut-être il n'y a plus de disponible que de la vapeur à 3 kilog. ou 3 kilog. 25.

Cet effet est évidemment dû à ce que les lumières qui débouchent dans le cylindre sont trop petites pour fournir la quantité de vapeur suffisante lorsque le piston fonctionne avec sa plus grande vitesse. Mais cette perte n'a pas lieu dans une machine où la vapeur est interrompue avant que le piston ait atteint cette plus grande vitesse, car la vapeur une fois dans le cylindre ne peut fuir par aucune soupape, et par conséquent c'est une chose impossible mécaniquement parlant qu'elle ne se dilate pas.

La grande objection toutefois à l'expansion avec les tiroirs actuels est probablement la perte de force occasionnnée par la clôture trop prématurée du tube d'évacuation, et par conséquent la pression de la vapeur qui existe encore dans le cylindre ; car, supposons que la vapeur soit interrompue à la demi-course du piston, qu'on l'ait admise précisément lorsque celui-ci est à l'une des extrémités de cette course et qu'on l'évacue dans l'atmosphère au moment où il est arrivé à l'autre de ces extrémités, alors il est bien évident que la lumière d'évacuation sera close et la communication avec l'atmosphère interrompue à la demi-course du piston. Maintenant, quoique cette dernière circonstance ne paraisse pas au premier abord un inconvénient bien grave, c'est cependant la source d'une perte considérable ainsi qu'on va le voir.

En effet la pression sur la face du piston opposée à la vapeur dans une locomotive, à cause de la dimension circonscrite du tuyau d'évacuation, ne saurait certainement être moindre de $0^{kil}.54$, et celle de l'atmosphère étant $1^{kil}.035$, il en résulte une pression totale de $1^{kil}.580$, par centimètre carré qui résiste à la force de la vapeur au moment où on interrompt la communication avec la chaudière. Supposons maintenant que le cylindre présente au piston une course libre de $0^{m}.50$, il en résulte que la pression sur la face opposée étant $1^{kil}.380$, lorsque le piston a parcouru seulement la moitié de cette course ou $0^{m}.25$, il devra éprouver, lorsqu'il aura parcouru $0^{m}.125$ de plus, quand cette vapeur aura été comprimée de la moitié de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son volume primitif, une résistance de $2^{kil}.760$, et qu'à la fin de la course, cette vapeur se trouvant confinée tout entière dans ce qu'on nomme le dégagement ou jeu du piston, qui n'a pas 12.5 millimètres de hauteur, exercera une pression qui ne sera pas moindre de $27^{kil}.60$ par centimètre carré de surface. Il est vrai que lorsque la pression totale que cette vapeur acquiert ainsi sur la face du tiroir qui couvre la lumière excède celle qui a lieu sur la face opposée, alors elle soulève ce tiroir et permet à la vapeur une libre communication avec l'atmosphère, et c'est la raison du peu de succès de l'expansion lorsqu'on a voulu la porter à un certain degré avec le tiroir ordinaire, et non pas, ainsi qu'on l'a supposé, parce que la vapeur n'a pas le temps de se dilater.

C'est un usage à peu près généralement adopté par les plus habiles constructeurs de permettre à la vapeur de passer dans l'atmosphère un peu avant que le piston soit arrivé au terme de sa course, et sans nul doute il y a de l'avantage à en agir ainsi, attendu que par ce moyen la lumière d'évacuation est largement ouverte au moment où le piston commence son mouvement de retour. Mais si ce même moyen est porté trop loin, alors, il y a perte de force, attendu que la vapeur est évacuée avant qu'elle ait exercé toute sa force.

L'expansion avec le tiroir ordinaire, quoique pouvant être avantageuse, se trouve néanmoins resserrée entre certaines limites. Si on la porte au delà d'un certain terme, la perte due à l'évacuation de la vapeur avant que le piston soit arrivé au terme de sa course et à la compression à laquelle est assujettie celle qui reste dans la demi-hauteur du cylindre, contrebalance et au delà les avantages qu'on devrait attendre d'une expansion croissante; c'est donc un point fort délicat que d'établir par quel moyen on pourrait obtenir la plus grande expansion possible sans diminuer la force de la machine. Or, l'expérience et la pratique des constructeurs les plus célèbres, ont prouvé que le point le plus favorable et le plus économique auquel il convient d'interrompre la vapeur avec le tiroir ordinaire était à environ les trois quarts de la course du piston. Si on dépasse ce terme, tous les inconvénients signalés plus haut commencent à se maintenir, tandis que dans nos machines et avec notre appareil, on peut interrompre l'afflux de la vapeur en un point quelconque de la course à la volonté du mécanicien qui conduit la machine. On peut même modifier cet afflux de vapeur pendant la marche, admettre ou interrompre celle-ci lorsque le piston possède encore à peine une vitesse sensible, tandis que le tuyau d'évacuation continue à communiquer librement avec l'atmosphère durant tout le temps de la course du piston.

Le tableau qui suit présente la consommation de la vapeur par deux machines locomotives d'égale force, l'une dans le système ordinaire, mais de la construction la plus soignée en interrompant la communication à $0^m,36$, et l'autre établie suivant notre principe et interrompant la vapeur à $0^m,10$ de la course du piston.

ESPÈCE de machine.	CYLINDRES. Diamètre.	CYLINDRES. Aire.	Longueur de course.	Chemin parcouru par le piston lors de l'interruption.	Pression de la vapeur dans la chaudière.	Pression moyenne sur le piston par centimètre carré.	Pression moyenne totale sur le piston.	Quantité de vapeur consommée par pulsation.
	mèt.	cent. carr.	mèt.	mèt.	kilog.	kilog.	kilog.	cent. cub.
Machine ordinaire. . .	0.304	725	0.457	0.35	4	3.81	2762	24375
Machine perfectionnée.	0.454	1617	0.457	0.10	4	1.72	2781	16170

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit par ce tableau que notre machine perfectionnée, quand on interrompt la vapeur à $0^m.10$, aura une force parfaitement égale à une machine de $0^m.304$ de diamètre, mais que la force pourra être augmentée dans une proportion très-considérable en adoptant une plus grande charge de vapeur; on peut aussi la diminuer pour l'adapter à la charge et aux rampes. Enfin, on remarquera que les quantités de vapeur consommées sont dans le rapport de 24375 à 16170, ou en prenant pour unité la dépense dans la machine ordinaire, que notre machine n'en dépense que 0.65, c'est-à-dire qu'il y a économie de 35 p. 0/0 par l'expansion seule. En outre, la pression sur le piston dans la machine ordinaire est supposée être la même que celle qui existe dans la chaudière jusqu'au moment où on lui ferme tout accès, tandis que par les raisons déduites précédemment il n'est nullement probable qu'il en soit ainsi.

Comme le tableau indique une grande économie de vapeur, il paraît naturel de supposer qu'il suffirait pour produire cette vapeur d'une chaudière d'une bien plus faible dimension, mais nous conseillerons d'employer les générateurs ordinaires et proportionnés ou à peu près à la force de la machine, et dont on augmentera considérablement le tuyau d'injection ou d'aspiration pour faire décroître en proportion la force du tirage, la pression du côté mort du piston et la rapidité de la combustion.

Voici donc en résumé les avantages que nous espérons obtenir de l'adoption de notre appareil à vapeur.

1° Économie considérable en combustible et en eau due à trois causes : d'abord à l'emploi de la vapeur par expansion, avec l'étendue et de la manière ci-dessus décrite; en second lieu, à une combustion plus lente; et enfin à une diminution dans la pression sur l'autre face du piston.

2° Plus longue durée de la boîte à feu et des tubes par suite d'une combustion plus lente et d'un tirage moins violent.

3° Faculté d'accroître ou de diminuer la force de la machine sans l'arrêter pour l'adapter aux différentes pentes ou aux charges variables qu'elle remorque.

4° Faculté d'avoir à sa disposition une force plus que double de celle ordinaire de la machine en renversant le mouvement pour éviter une collision par suite de l'augmentation dans la surface du piston.

5° Diminution très-notable du nombre des machines sur un chemin de fer, et inutilité de renfort au pied des pentes pour aider les convois à les franchir.

6° Diminution considérable du nombre des pompes à grue, et des machines stationnaires de pompage, attendu qu'une même quantité d'eau suffit à la machine pour une route longue du double.

7° Nul danger de mettre le feu aux propriétés riveraines par les étincelles et cendres rouges, par une réduction très-prononcée de la force du tirage.

Après avoir ainsi démontré que la vapeur ne saurait être employée expansivement d'une manière étendue et avantageuse avec le tiroir ordinaire, tandis qu'il en est tout autrement avec notre appareil, nous allons passer à la description de celui-ci en faisant particulièrement ressortir les caractères qui le distinguent.

La fig. 13, pl. 30, représente en coupe un cylindre de locomotive à vapeur avec la boîte à distribution et l'élévation du mécanisme nécessaire pour le travail de la vapeur et celui des tiroirs d'expansion.

La fig. 14 est une élévation du mécanisme pour manœuvrer les tiroirs du second cylindre.

Les cylindres sont pourvus, comme à l'ordinaire, de pistons, tiges, bielles pour communiquer la force de la machine aux manivelles placées à angle droit l'une de l'autre sur le même essieu auquel sont assujetties les roues motrices.

La vapeur, en sortant de la chaudière, entre par le tuyau d'introduction A dans la boîte B, qui renferme deux tuiles plates I et K établies sur la même tige, et servant à interrompre la communication entre la chaudière et le cylindre, afin que la vapeur puisse agir par son expansion sur le piston; ces tuiles sont percées de trous taraudés à l'intérieur, l'un de droite à gauche, et l'autre de gauche à droite, dans lesquels on fait entrer la tige 3 qui porte des filets correspondants, de façon que quand on fait tourner cette tige au moyen de la vis sans fin 50 et de la roue dentée 51, la distance entre les deux tuiles est augmentée ou diminuée suivant le degré d'expansion qu'on désire.

A l'extrémité de l'arbre sur lequel se trouve calée la vis sans fin 50, on a pratiqué un filet très-fin avec un index micrométrique qui fait voir le degré précis de l'expansion. La tige 3 est reliée au levier de tiroir 4, par un autre bout de tige 5, et le levier 4 est fixé sur un arbre de tiroir 6 sur lequel est fixé le levier d'excentrique qui reçoit le mouvement de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'excentrique 8 par la barre d'excentrique 9,9.

Cette barre d'excentrique 9,9 peut servir à communiquer, comme il vient d'être dit, le mouvement au levier d'excentrique 7, ainsi qu'on le voit dans la figure, ou en le soulevant par l'entremise du levier 10 et du bout de tige 11 au levier 12 fixé sur l'arbre 13. L'excentrique 8 est établi sur l'essieu à manivelle de la machine, dans une position telle que son centre 15 fasse un angle de 45° avec une ligne tirée du centre de chacun des boutons 16 ou 17, et le centre de l'essieu principal 14 lorsque le piston est au sommet de sa course.

G,G et H,H sont deux tiroirs à piston solidaires entre eux par l'entremise de la tige X, et présentant des passages 22 et 23 par lesquels la vapeur qui entre par les lumières C et D s'introduit alternativement de chaque côté du piston 18 pour se rendre ensuite par le conduit d'évacuation dans le tuyau d'injection ou de tirage et delà dans l'atmosphère, après avoir travaillé dans le cylindre. Ces tiroirs à piston sont reliés au levier de tiroir 1 par les tiges Y,Z, levier qui est fixé sur l'arbre de tiroir 2 auquel sont également attachés d'abord le levier d'excentrique 22, puis un autre bout de levier 23 qui reçoivent leur mouvement de l'excentrique L au moyen de la barre d'excentrique M, terminée par deux pattes N,N′ séparées par une mortaise O.

L'excentrique L est monté sur l'arbre à manivelles 14 et sous angle de 90° avec une ligne tirée du centre de cet arbre au centre de l'arbre de tiroir 2 lorsque le piston est au sommet de sa course. Les pattes W,N′ servent à engrener les boutons R et S dans leurs encoches respectives à la manière ordinaire lorsqu'on renverse le mouvement de la machine ou qu'on le rétablit. Un galet P, placé dans sa mortaise O, tourne librement sur un axe à l'extrémité du levier Q qui supporte le poids de la barre d'excentrique M et le rejette alternativement, soit sur le bouton R, soit sur celui S, suivant le sens où l'on veut que la machine marche. Ce levier Q est fixé sur l'arbre d'engrenage W, lequel reçoit son mouvement du levier T relié par la tringle U au levier de renversement ou d'engrenage qui est placé sous la main et le contrôle du mécanicien.

Le mécanisme représenté fig. 14 pour manœuvrer les tiroirs du second cylindre, diffère peu de celui employé pour le premier. Les excentriques 26 et 27 sont placés dans une situation semblable à celle des excentriques 8 et L, précédemment décrits, et la barre d'excentrique, semblable sous tous les rapports à celle M, communique son mouvement aux leviers d'excentrique et de tiroir 29 et 30, sur l'arbre de tiroir 31, sur lequel est fixé un arbre 32 qui transmet le mouvement à des tiroirs semblables à ceux G et H, fig. 13 au moyen de la tige 15, ainsi qu'il a été décrit plus haut. La tige 34, fixée à des tuiles semblables à I et K de la fig. 15, reçoit son mouvement du levier 33 fixé sur son arbre 33, sur lequel est un autre levier 36 auquel l'excentrique 27 communique son mouvement par l'entremise du crochet 37. Cette tige peut aussi faire participer à son mouvement, le levier 38 monté sur l'arbre 6 en le soulevant pour le rejeter dans l'encoche préparée pour lui, la fourchette 47 guidant le bouton 44.

Les leviers, tiges, etc., sont vus dans la position propre à faire tourner les manivelles et l'essieu dans la direction indiquée par les flèches, mais quand il est nécessaire de renverser le mouvement de la machine, la tringle U est mue au moyen du levier de renversement dans la direction indiquée par la flèche en faisant tourner au moyen du levier T l'arbre d'engrenage W sur son centre. Le mouvement ainsi communiqué est transmis aux leviers Q, 39 et 40. Le levier Q fait passer les barres M et 28 de leurs boutons respectifs R et 30 sur celles S et 29; en renversant par conséquent l'action des tiroirs G et 11 qui sont semblables à ceux de l'autre cylindre. Au même instant, les petits leviers 39 et 40, mus sur leurs centres respectifs 43 et 42, font marcher les crochets d'excentrique 9 et 37, et les forcent à abandonner les boutons 16 et 36 pour être rejetés sur ceux 17 et 44.

On voit par cette disposition que l'excentrique 8 fait fonctionner le tiroir d'expansion des deux mécanismes en renversant le mouvement dans chaque cylindre. Les tiroirs I et K peuvent être faits d'une seule pièce ou de deux, mais nous préférons le dernier mode, afin de pouvoir ajuster l'expansion au degré qu'on juge convenable. Pour conserver à la vapeur sa température pendant son action dans le cylindre, nous nous servons d'une enveloppe 45, et permettons à la vapeur une libre introduction entre les cylindres et leur enveloppe, ainsi que dans les espaces 46 et 47 au sommet et au fond du cylindre. Une chose qu'il ne faut pas oublier non plus, c'est d'entourer l'enveloppe et les tiroirs d'une bonne chemise en feutre.

Le mécanisme qui vient d'être décrit peut être appliqué à mouvoir les tiroirs ordinaires d'une machine locomotive

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lorsque l'inclinaison de l'excentrique s'élève à un angle de 45°, au moyen de quoi deux sur les quatre excentriques aujourd'hui généralement employés deviennent inutiles.

La garniture métallique des pistons et des tiroirs est établie sur un nouveau plan. Deux anneaux brisés faits de deux métaux, tels que le fer forgé et la fonte, dont la distance est inégale pour un égal accroissement de température, sont rivés l'un sur l'autre ou assemblés solidement par tout autre moyen, le plus dilatable étant à l'intérieur. Les brisures dans les deux anneaux ne se correspondent pas, mais sont placées à une petite distance les unes des autres, de façon que l'anneau se dilate derrière une languette très-juste pratiquée sur l'anneau extérieur; au moyen de quoi tout passage à la vapeur est interdit lorsque les anneaux viennent à être chauffés par celle-ci. L'anneau extérieur se dilatant davantage que celui extérieur, tous deux ont une tendance à s'ouvrir ou à s'appliquer et à presser sur la paroi interne du cylindre sans avoir besoin de ressorts, et cette propriété, ils la conservent jusqu'à ce que l'anneau extérieur soit complétement usé. La pression, d'un autre côté, doit toujours être proportionnelle à la température et par conséquent à celle de la vapeur. Dans les tiroirs, l'anneau extérieur s'avance un peu au delà des bords de la masse du piston, qui par conséquent ne porte pas sur les lumières (1).

Nouvelle machine à vapeur de navigation américaine.

La navigation à vapeur, malgré les affreux sinistres qui l'ont signalée aux États-Unis, n'en continue pas moins à s'étendre dans le pays et à y faire des progrès; et comme tout ce qui touche à cet art encore nouveau, et surtout ses perfectionnements ou du moins les tentatives qui sont faites pour l'améliorer chez un peuple hardi et aventureux, doit avoir pour nous de l'intérêt, nous allons donner un extrait d'une lettre datée du 29 mai dernier, et qui vient d'arriver de New-York en Europe.

« *L'Empire* et *le South-America* sont deux bâtiments à vapeur qui circulent sur l'Hudson, et qui, remontant à Albany, *parcourent* 100 *milles* (160 kilomètres) *sans s'arrêter en quatre heures trente minutes*. On n'a point encore décidé la question de savoir quel est celui de ces bateaux qui a la marche la plus rapide; mais les partisans de *l'Empire* assurent que, lorsque sa machine sera pourvue d'un soufflet ou ventilateur additionnel qu'on lui destine depuis l'origine, elle l'emportera sur tous ses concurrents. »

Le travail exécuté par les machines de ces bateaux est peut-être encore sans exemple dans la navigation à la vapeur. La marche ordinaire de la marée dans l'Hudson est de 2 milles (3.2 kilomètres) à l'heure, de façon qu'en supposant que les deux bâtiments partent avec la marée, ce qui est très-présumable, la vitesse avec laquelle ils s'avancent en fendant les eaux est de plus de 20 milles (32 kilomètres) à l'heure.

L'Empire est pourvu d'une machine d'une nouvelle espèce, inventée par M. W.-A. Lighthall, et appelée, d'après le caractère proéminent de sa construction, *machine de navigation horizontale à demi-balancier* (*the horizontal half-beam boat engine*). Le correspondant ayant en même temps envoyé un dessin de cette machine, nous la reproduisons dans nos planches, sans toutefois penser qu'il soit nécessaire de l'accompagner d'une description détaillée, qui du reste n'accompagne pas les croquis qui ont été transmis.

Les cylindres ont 48 pouces anglais ($1^m.66$) de diamètre, *avec une course de piston de* 12 *pieds* ($3^m.66$). Le nombre des révolutions des roues motrices est par minute, et avec une pression de vapeur de 21 livres anglaises par pouce carré ($1^{kil}.51$ par centimètre carré) de 24 à 25. *L'Empire* est le plus fort bâtiment à flot qui existe en Amérique; il a 350 pieds (100 mètres) de longueur, et 50 pieds ($15^m.24$) de largeur au maître-bau. Les roues ont 33 pieds (10 mètres) de diamètre, et 15 pieds (4 mètres) de largeur. On trouve à l'intérieur 450 lits pour les voyageurs.

Le South-America n'a que 270 pieds ($82^m.30$) de longueur, et porte des machines de construction américaine ordinaire, travaillant sous une pression de 25 à 28 livres au pouce carré ($1^{kil}.80$ à 2 kilomètres par centimètre carré).

La fig. 15, pl. 30, représente une élévation latérale de la machine de M. Lighthall adaptée à *l'Empire*, et la fig. 16 en est une autre vue en élévation par une des extrémités.

(1) Voyez plus haut, à la page 80, la description et la figure du piston imaginé par M. Parsons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nouvelle machine à vapeur de navigation.

Par M. P. M. Parsons.

M. Parsons, auquel on doit un grand nombre d'inventions pour remédier aux défauts qu'on reproche aujourd'hui avec quelque fondement aux organes moteurs des bâtiments qui marchent à la vapeur, à proposé entre autres l'application aux machines de navigation, des chaudières des locomotives employées ordinairement sur les chemins de fer, combinées avec une détente de la vapeur dans un double cylindre, le premier d'une moindre capacité que le second, dans le système de Woolf, et la condensation des vapeurs au moyen de l'eau froide dans un condensateur disposé convenablement.

Comme ces applications paraissent devoir présenter des avantages pour la navigation, nous allons faire connaître la manière dont M. Parson à cru devoir résoudre le problème qu'il s'était proposé; nous avertissons seulement que dans les figures que nous donnons d'après l'auteur et où les mêmes objets sont désignes par les mêmes lettres ou les mêmes chiffres, nous nous bornerons à décrire seulement les dispositions nouvelles qu'il a cru devoir réunir dans ses machines.

Fig. 39, pl. 31, section longitudinale de l'une des machines et chaudières d'un bâtiment à vapeur, seulement la chaudière n'est pas représentée à sa place, afin de faire apercevoir plus distinctement son mode de construction et ses rapports.

Fig. 40. Plan de la même machine avec sa chaudière en place.

A chaudière adaptée à la génération de la vapeur à haute pression et semblable à celle qu'on emploie communément pour les machines locomotives qui circulent sur les chemins de fer. Cette chaudière est pourvue d'une boîte à feu B et d'une boîte à fumée C, en communication entre elles au moyen des tubes 15 par lesquels l'air chauffe passe de cette boîte à feu B dans celle à fumée C et de là dans la cheminée D. E est une chambre à vapeur de forme cylindrique qui sert à mettre en communication les chaudières quand il en existe plusieurs. On trouve aussi sur le réservoir de vapeur F de cette chaudière les soupapes de sûreté et les jauges qu'on place ordinairement sur les autres chaudières, et on y remarque de plus un bouchon en métal fusible inséré sur le chapiteau de la boîte à feu, de façon que si l'eau baissait à un instant quelconque, le feu pût être éteint avant qu'il en résultât aucun accident.

La vapeur, en passant de la chambre E dans le tuyau I, fig. 39, s'écoule d'abord par le tube 16 en quantité suffisante pour remplir l'espace entre l'enveloppe T et le grand cylindre G afin de s'opposer à ce que le cylindre fasse une trop grande déperdition de chaleur; le surplus poursuit son chemin par le tuyau I et descend par le tuyau 17 dans l'espace V qui entoure le petit cylindre U. C'est de cet espace que la vapeur part pour faire fonctionner la machine, mais toutefois après avoir passé par la soupape à clapet S. Le passage par cette soupape à clapet a pour but de réduire la pression de cette vapeur quand on met la machine en train, ou qu'on la fait fonctionner à la main, et par conséquent d'empêcher qu'une vapeur ayant même pression que celle qui est dans la chaudière ne passe immédiatement dans le grand cylindre G où elle pourrait causer quelques avaries au mécanisme de la machine.

La vapeur réduite ainsi, quant à la pression, passe alternativement par les soupapes r,r (fig. 39) pour se rendre successivement dans le haut, puis dans le bas du petit cylindre U où l'on peut, à volonté, interrompre son introduction en tel point qu'on désire de la course du piston ou la faire fonctionner à plein cylindre. Après avoir agi sur le piston v, cette vapeur passe par les conduits 26 et 27 alternativement du sommet du petit cylindre U à la partie du grand cylindre G et réciproquement, et son introduction est réglée par les tiroirs 28,28'.

Lorsqu'elle a agi par le fond et le sommet du piston H, dans le grand cylindre G, cette vapeur passe du sommet de ce cylindre par la soupape a dans le conduit c,c, et du fond du cylindre par le conduit a', par le tube b dans le même conduit c,c et de là arrive au condensateur Y,Y où elle est en définitive condensée. On voit dans la fig. 39 une coupe en élévation de ce condensateur et dans la fig. 41 une coupe horizontale. Ce condensateur est composé de plaques cannelées ou plissées de cuivre ou d'autre métal convenable; ces plaques occupent l'espace entre la pompe à air W et une enveloppe extérieure, à l'exception des intervalles ménagés pour l'admission de l'eau froide que procure une pompe ou autre disposition, et qui, arrivant par le conduit f, coule et circule le long de toutes les plaques plissées pour se rendre enfin dans un tuyau d'évacuation d.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La pompe à air W est à double effet et manœuvrée par un petit balancier *z*, mais elle diffère de celles ordinairement en usage, en ce qu'aucune portion de l'eau provenant de la condensation de la vapeur ne la traverse, et qu'elle est réservée exclusivement pour évacuer l'air et les vapeurs non condensées qui se trouvent encore dans le condensateur par les soupapes intérieures 20,20 et celles supérieures 20'20' et les jeter au dehors par le conduit *e*.

A un condensateur semblable à celui dont il vient d'être question, on peut substituer, dit l'auteur, un condensateur de construction ordinaire, et dans ce cas on modifie ainsi qu'il suit la pompe à air. Le piston de la pompe est plein comme ceux ordinaires et sans soupapes, mais le corps de pompe porte deux soupapes au sommet et deux autres au fond ; les premières servent à évacuer l'air et les vapeurs non condensées et les secondes ont pour but le pompage de l'eau par des conduits distincts et séparés.

Quelquefois M. Parsons s'est servi de la surface supérieure du piston et des soupapes supérieures comme d'une pompe à eau froide et afin de fournir l'eau nécessaire au condensateur, lorsqu'on fait usage de condensateurs à grandes surfaces, en ménageant des conduits particuliers, tandis que la surface inférieure du piston plein et les soupapes du fond du corps lui ont servi de pompe à air, ainsi qu'on vient de le décrire.

Voici les avantages que M. Parsons croit reconnaître dans la nouvelle disposition de sa machine, avantages dont plusieurs peuvent paraître contestables, et dont l'invention n'a pas toujours le mérite de la nouveauté :

1° De présenter avec ses plaques cannelées une très-grande surface à la condensation. Cette idée n'est pas neuve, et elle a été appliquée déjà, si ce n'est aux machines à vapeur, au moins aux appareils de distillation et de condensation des liquides volatils.

2° D'appliquer de la manière ainsi décrite aux machines à vapeur munies de condensateur a grande surface, une pompe à air simple ou à double effet pour enlever l'air et les vapeurs non condensées, et une autre pompe distincte pour pomper l'eau, ou bien à employer la partie supérieure d'un piston plein et des soupapes placées à la partie supérieure du corps de pompe, comme pompe à eau froide. Cette disposition est nouvelle et nous paraît mériter toute l'attention des constructeurs.

3° D'employer dans le cas de machines à condensateurs ordinaires, une pompe à air à double effet, au moyen de quoi l'eau de condensation de la vapeur et celle d'injection sont pompées par des soupapes de fond, tandis que l'air et les vapeurs non condensées sont pompés par des soupapes supérieures. Cette disposition a déjà reçu des applications, mais elle n'a pas été adoptée.

4° D'appliquer aux machines de navigation des chaudières à haute pression semblables à celles employées dans les locomotives, combinées avec des condensateurs à grande surface. Cette application a déjà été proposée plusieurs fois, mais jusqu'à présent elle a été repoussée, quoiqu'il soit présumable qu'elle sera prochainement adoptée par la navigation.

5° De combiner les chaudières ci-dessus avec des machines à expansion à double cylindre et la condensation. Les doubles cylindres, l'expansion et les appareils de condensation augmenteront considérablement l'espace occupé par les machines dans les bâtiments à vapeur, espace qu'on s'efforce aujourd'hui de resserrer dans les plus étroites limites. Le système à doubles cylindres ne procure aucune économie de vapeur, et on peut profiter des avantages de l'expansion avec un seul cylindre, seulement le double cylindre égalise davantage l'action, ce qui est une chose assez importante. Des cylindres de Woolf peuvent être faits plus légers qu'un seul cylindre à expansion ; mais la diminution du poids est bien plus que compensée par le double corps de cylindre, le double piston et les appareils de distribution.

6° De se servir d'un appareil à soupape pour soutenir la pression de la vapeur dans le cas d'une machine à expansion à double cylindre lorsqu'on la manœuvre à la main. Dans une machine bien établie, on ne devrait pas avoir besoin de cet organe ; il faudrait cependant, avant de le repousser, faire des essais pour savoir s'il n'aurait pas quelque utilité.

Nous profiterons de l'occasion qui se présente pour décrire une autre invention, parmi un grand nombre qu'on doit à ce mécanicien, qui pourrait recevoir quelques applications utiles ; c'est une sorte de machine atmosphérique, qui est représentée dans la fig. 42, pl. 51.

L est le cylindre, N le condensateur, W la pompe à air, D l'espace entre le condensateur qui constitue un cylindre annulaire. La vapeur est d'abord admise

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en D, et de là passe par la soupape K dans le cylindre L, ou grand cylindre, celui annulaire faisant les fonctions de petit cylindre. Ce grand cylindre se trouve ainsi soulevé par la pression de la vapeur dans la capacité de L et le vide en D ; puis abaissé par la pression atmosphérique et celle de la vapeur en D.

Note sur les essais du Napoléon, *bâtiment à vapeur à hélice de la force de* 120 *chevaux.*

Par M. Ph. Conte.

Les essais de vitesse du bâtiment à hélice *le Napoléon*, qui en dernier lieu ont été faits en présence du roi et du prince de Joinville, sont terminés. Les résultats obtenus sont on ne peut pas plus satisfaisants, et promettent un avenir immense aux propulseurs sous-marins.

C'est avec l'hélice à trois filets (1) qu'on a expérimenté en France : les vitesses absolues dégagées de toute influence de vent et de courant, et déterminées par le moyen de bases à terre aussi bien que par les lochs de 47m.42 et le loch de Massey, ont été trouvées de 10 nœuds (18kil.5) en moyenne par un temps calme et à la vapeur seule. Ce résultat a été obtenu en prenant pour base la longueur de la digue de Cherbourg, et a été constaté par la commission supérieure chargée, à la fin de juin dernier, de procéder à la réception du *Napoléon* pour le compte de l'administration des postes. C'est aussi la vitesse moyenne des traversées qui eurent lieu à la même époque, du Hâvre à Cherbourg et de Cherbourg à Southampton, contre une grande brise du nord et une mer dure ; *le Napoléon*, avec sa haute mâture, filait 8 nœuds 7″ et 9 nœuds, résultat remarquable, qui prouve toute la supériorité du propulseur sous-marin sur les roues à aubes ; car dans des conditions semblables, le meilleur bâtiment à roues n'aurait certainement pas filé plus de 5 à 6 nœuds.

L'emploi de la voile comme auxiliaire de la machine accroît la vitesse dans des proportions extraordinaires. Par une petite brise et à mi-vapeur, *le Napoléon* a dépassé 11 nœuds ; à toute vapeur et par une brise fraîche, il atteint immédiatement 12 1/2 et 13 nœuds, vitesses inconnues jusqu'à présent pour les bâtiments à vapeur sur mer. A la voile seule, l'hélice étant désembrayée et rendue folle sur ses tourillons et dans les mêmes circonstances de vent, *le Napoléon* filait 9 nœuds au plus près du vent, et avec un quart plein dans la voile, la vitesse a été trouvée de 10 1/2 nœuds.

Ces essais démontrent d'une manière péremptoire les avantages des moteurs sous-marins sur tous les autres ; moins affectés par l'agitation de la mer, ils permettent d'économiser le combustible toutes les fois que le vent est favorable, économie qui peut être supputée *aux deux tiers* de la consommation d'un bâtiment à vapeur à roues dans un long voyage. Enfin dans des circonstances données de chasse ou de missions pressées, il paraît évident que les bâtiments à hélice atteindront, par la combinaison des deux moteurs, des vitesses inconnues jusqu'ici sur mer.

Les marins qui ont assisté aux nombreux essais du *Napoléon* paraissent d'accord que la meilleure de nos frégates n'aurait pas filé plus de 8 nœuds au plus près, lorsqu'il en filait 10 sans voiles, et 13 avec voiles et vapeur ; ils sont convaincus qu'avec de grandes brises de travers et dans des circonstances qui peuvent se présenter fréquemment, *le Napoléon* pourra arriver jusqu'à 14 nœuds (26 kilomètres, 6 ou 7 lieues à l'heure).

L'économie qui résulte de cet accroissement de vitesse donnée par l'emploi simultané du vent et de la vapeur ressort ici d'une manière précise. *Le Napoléon* filant 10 nœuds en temps calme, l'accroissement de vitesse est de 3 nœuds par une brise fraîche. Pour arriver au même résultat, au moyen d'une augmentation de la puissance des machines, il faudrait que cette puissance fût portée de 120 à 260 chevaux, rapport des cubes des vitesses, condition d'ailleurs impossible, mais qui fait ressortir d'une manière positive l'économie considérable qui doit résulter de l'application de l'hélice à des navires fins voiliers.

Dans les derniers essais qui viennent d'avoir lieu au Tréport, *le Napoléon* a été mis en lutte avec *le Pluton* et *l'Archimède*, bâtiments à vapeur de la marine royale de la force de 220 chevaux, et qui ont une réputation de bons marcheurs. En calme et à la vapeur seule, *le Napoléon* a dépassé de 1/2 nœud seulement *le Pluton*, qui lui-même a un avantage de près d'un nœud sur *l'Archimède*. *Le Pluton* est un excellent bâtiment qui peut lutter avan-

(1) Dans des essais postérieurs encore, on a mis 4 filets à la vis, et on a obtenu une impulsion plus uniforme et plus douce.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tageusement avec les meilleurs bâtiments à vapeur de la marine anglaise.

A la voile et à la vapeur, par une petite brise, la mer calme, *le Napoléon* avait un avantage d'au moins 2 nœuds sur les deux autres navires.

Le cymagraphe ou instrument pour copier les moulures.

Par M. R. Willis.

L'instrument que je propose a pour but de dessiner d'une manière très-exacte le profil des moulures qui se trouvent en place. L'importance de ce procédé est connue, et il m'a semblé que les moyens employés jusqu'à présent étaient susceptibles de perfectionnements. Celui qui est le plus ancien et en même temps le plus usité, consiste à mesurer un nombre suffisant d'ordonnées avec leurs distances, puis à tracer ensuite par points le profil de la moulure. Il y a quelques années j'ai inventé pour cet objet un instrument auquel j'ai donné le nom de Cymagraphe, mais comme l'usage m'a démontré qu'il y avait quelque difficulté à le faire fonctionner avec précision ; j'ai résolu de le perfectionner et d'en rendre l'emploi plus commode. C'est ce qu'on va voir par la description que je vais donner de l'instrument.

Dans son état déployé cet instrument a 28 centimètres de long sur 13 de large et 4 d'épaisseur.

La fig. 28, pl. 47, représente le cymagraphe en plan, et employé à prendre le profil d'une moulure ou nervure gothique dont on veut copier la forme.

La fig. 29 est une vue latérale de l'instrument.

La fig. 30 est une vue de sa face inférieure, dans laquelle le cymagraphe a été détaché de sa planche, replié et serré pour la facilité du transport.

La partie principale de la machine consiste en une pointe ABC, dont la portion AB est droite, et celle BC courbe. AB repose sur un chariot ou curseur, pourvu en A d'un bout fileté, et en B d'un collier qui permet à cette pointe de tourner librement. La partie courbe, et formant presque un demi-cercle BC, se termine en C par une extrémité déliée qui doit se trouver placée très-exactement dans l'axe de rotation de la pointe, de façon que pendant le mouvement cette pointe reste immobile, par rapport à cet axe et à son écrou ou support A.

Un anneau D en bois dur ou en laiton, fixé solidement sur la pointe, sert à le conduire sur la surface de la forme à copier, et en cas de besoin à la faire tourner sur son axe. De plus sur le curseur de la pointe, on a fixé aussi un porte-crayon E.

Lorsque le curseur avec sa pointe est mis en mouvement parallèlement à lui-même, sur la surface d'une planche à dessiner, chaque point de ce curseur parcourt naturellement le même chemin que le bout de la pointe, et comme le crayon est lié fixement avec ce curseur, il en résulte qu'il en suit tous les mouvements. Par conséquent si la pointe à tracer C, est mue transversalement sur une suite de formes plastiques, et est maintenue successivement en contact avec tous les points de leur surface, il en résultera que le crayon reproduira fidèlement sur un papier, la forme du profil de la moulure de la même grandeur que l'original.

Toutefois, comme dans leur développement les moulures présentent en général des courbures en sens différents, il faut que le bout de la pointe à tracer puisse se prêter à ce changement dans la direction des courbures. Ce but se trouve atteint par la combinaison de sa forme courbe, et de la facilité qu'elle possède de tourner sur son axe. Car en tournant avec adresse cette pointe, elle peut prendre tous les degrés d'inclinaison sur le plan de l'instrument, suivant tous les degrés et le sens de courbure qu'affecte une forme plastique, et comme cette rotation, ainsiqu'il a été dit précédemment, ne change rien à la position de la pointe relativement au curseur, il en résulte que le crayon doit donner le profil exact de cette forme.

Par exemple, après avoir posé la pointe sur le côté droit de la nervure en C sur une élevation, on la met de l'autre côté sur un creux en X ; il faudra, dans ce dernier, faire tourner cette pointe sur elle-même, afin que le bout puisse pénétrer dans la cavité, puis s'il s'agit de dessiner la portion de X en Z, la mettre dans la portion indiquée par les lignes ponctuées pour suivre la surface convexe de la saillie en Z.

J'ai fait remarquer plus haut que le curseur de la pointe devait se mouvoir toujours parallèlement avec elle, et je vais décrire la disposition au moyen de laquelle on atteint ce but.

La base de la machine consiste en une planche à dessiner FG de 28 centimètres de long. 26 de larg. et 2 d'épaisseur, qui pour la facilité du transport, se replie au milieu comme un livre. Quand on fait usage de l'instru-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment un loquet R sur la face inférieure sert à la tenir ouverte. Le curseur est conduit par un parallélogramme, qui ne diffère d'un pantographe, que par le rapport différents de ses règles établi d'après la destination différente de l'instrument.

Une plaque H est arrêtée par une vis à tête K sur cette planche; de l'autre côté de celle-ci un écrou L, sert à fixer en tel point qu'on veut cette plaque dont la vis se meut dans une coulisse. Deux règles d'égale longueur N sont attachées à mouvement libre d'un bout à la plaque, et de l'autre à une 3e règle P, qui par cette disposition reste dans toutes les positions parallèle à H. Deux autres règles QQ, également de même longueur, sont liées, aussi à mouvement libre, d'un bout avec les extrémités de la règle P, et de l'autre articulées avec le curseur qui porte la pointe, de façon que celle-ci reste également dans toutes les positions de P, parallèle à H. Cette disposition permet à ce curseur de se promener librement et régulièrement d'un bord de la planche à l'autre, ou sur toute la surface du papier en conservant son parallélisme avec H. Le papier TS, sur lequel on veut copier la moulure, est assujetti sur la planche au moyen de deux pinces à ressort V,W; celle W est près de l'angle du papier, pour empêcher qu'il ne relève dans le mouvement de la règle N.

Il est absolument nécessaire que la planche de l'instrument reste pendant tout le temps qu'on copie dans la même position, relativement à l'objet à dessiner. On fait usage pour cet objet de deux petits appuis *ac*, *bd* qui sont fixés au moyen de vis à oreilles, de l'autre côté de la planche. Dans la fig. 28 ces appuis sont en fonction, et dans la fig. 30, on les voit dans la position où ils doivent être lorsque l'nstrument est replié. En lâchant les vis à oreille, on peut faire glisser les appuis et leur donner la saillie suffisante pour les faire monter sur la moulure en les arrêtant en ce point jusqu'à ce que le dessin soit terminé.

Cet ajustement des appuis doit toujours s'opérer avant de chercher à dessiner un profil; on prend alors l'instrument en O avec la main gauche, et on le presse fortement contre la moulure. L'anneau D est ensuite saisi avec la main droite qui suffit pour conduire et tourner en même temps la pointe, et maintenir le crayon en contact avec le papier, ou l'élever même au besoin sur celui-ci, ce que permet du reste l'élasticité du système pantographique.

La fig. 31 est une section par W de la planche, afin de faire voir les pinces a ressort qui maintiennent le papier. Ces pinces, qu'on voit aussi dans la fig. 30, sont fixées par des vis dans des entailles pratiquées sur la face postérieure de la planche, et on dégage le papier en appuyant le doigt sur leur partie convexe en *k*. Quand la plaque H, le pantographe et le curseur ont été rendus libres sur la planche, on peut les déposer dans une cavité *l*,*m* creusée pour les recevoir; on replie la pointe et on la place dans l'endroit indiqué dans la fig. 30, puis on ferme la planche qu'on fixe avec un crochet. La cavité en N reçoit le crayon, et on place dans celles *s*,*s*,*s* les vis à tête *e*, *f*, *l*.

Lorsqu'il s'agit de copier une série de profils qui dépassent les limites du papier, il faut, comme l'indique la fig. 32, les dessiner par parties. Cette figure fait voir comment on a représenté toute la nervure de la fig. 28, pour laquelle la longueur du papier ne suffisait pas. Dans ce cas et autres semblables il faut porter successivement l'instrument sur la moulure de droite à gauche, dessiner dans une première opération de *o* jusqu'à *p*, puis dans une seconde de *p* en *q*; là toutefois on doit faire attention dans les dessins successifs de prendre encore une portion assez considérable de profil dessiné dans une opération précédente, et qui sert de repère quand on découpe le dessin pour l'appliquer ou le reporter sur une plus grande feuille.

On peut pour ce travail se servir d'un crayon et d'un papier ordinaires; toutefois comme la pointe du crayon peut se rompre facilement, et causer des incertitudes, j'ai trouvé qu'il était beaucoup plus commode de se servir d'une espèce de papier métallique sur lequel on trace à l'aide d'une pointe fine en laiton ou en acier. Le dessin est alors plus pur, et ne peut plus d'ailleurs s'effacer.

Les deux conditions sur lesquelles repose la précision des résultats de l'instrument sont les suivantes :

1° Que les deux couples de règles NN, QQ qui constituent l'appareil du mouvement parallèle, présentent également la même longueur entre leurs points d'insertion, et attaches ou centres de mouvement. Cette égalité est facile à obtenir quand on perce les trous d'après des calibres établis à l'avance. De même les trous dans la plaque, la règle P et le curseur doivent être rigoureusement à une même distance.

2° Le bout de la pointe doit être exactement dans son axe de rotation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On y parvient aussi aisément, et d'ailleurs il est facile de s'en assurer en faisant tourner la pointe dans sa crapaudine, devant un objet delié et immobile.

L'appareil du parallélisme peut consister en règles minces de fer ou mieux d'acier. Les charnières de la planche doivent être disposées de telle façon que lorsqu'elle est repliée il y ait assez de place dans son vide intérieur pour les appuis *ac*, *bd* et le loquet R. Ces parties doivent être en fer ou en laiton, et d'égale épaisseur.

La longueur qu'on donne aux règles est celle suffisante pour pouvoir promener le crayon sur toute la largeur de la planche. Les limites du mouvement du côté droit sont données par le contact des règles QQ, qui s'opposent dès lors à toute autre excursion dans ce sens. De même le rapprochement jusqu'à la conjonction des règles NN établit la limite du mouvement du côté gauche.

Dans un instrument de plus grande dimension, il faudra conserver les mêmes rapports entre les règles et la planche.

Action de l'eau de mer sur les bétons.

Par M. Vicat.

J'ai publié, il y a quelques mois, une petite note annonçant une action chimique de l'eau de mer sur les composés de chaux et de pouzzolanes, connus en technique sous le nom de *bétons* (1). Depuis j'ai eu le temps d'étudier avec soin et persévérance les conséquences de cette action; et elles m'ont paru assez graves, dans certains cas, pour appeler l'attention des ingénieurs. Jusqu'alors personne n'avait mis en doute que les pouzzolanes qui conviennent à l'eau douce ne dussent aussi convenir à l'eau salée; et, partant de là, un honorable inspecteur général dont le corps des ponts et chaussées déplore la perte récente, M. Raffeneau de Lille, avait proposé de grandes économies sur les travaux du port d'Alger, en substituant à la pouzzolane d'Italie une pouzzolane artificielle, produite par une cuisson modérée d'une argile marneuse employée en Afrique comme terre à briques. Or, il résulte des expériences faites contradictoirement à Toulon et à Grenoble, que si l'on eût donné suite à cette proposition très-naturelle, très-rationnelle, selon les idées reçues, la digue d'Alger, si importante par l'objet qu'elle doit remplir, aurait pu disparaître en peu d'années sans laisser de traces.

C'est donc par un à-propos des plus heureux que j'ai été mis, il y a plus d'un an, sur la voie de ces réactions salines, qui transforment en sulfates et hydrochlorates de chaux toute la chaux encore libre ou faiblement combinée dans certaines classes de bétons. Le danger est maintenant connu; il s'agira d'y parer, je l'espère, sans renoncer à l'économie que promettent les pouzzolanes artificielles. Il faudra seulement, selon la nature de l'argile, se conformer à certaines exigences de cuisson et d'emploi dont l'énoncé ne peut trouver place ici.

Lorsque j'ai eu connaissance de ces phénomènes chimiques, je me suis empressé d'en informer quelques ingénieurs attachés aux travaux de nos ports, et j'ai dû être bien supris d'apprendre, en réponse, que sur la Manche, par exemple, et notamment à Cherbourg, où l'on fait une assez grande consommation de pouzzolanes artificielles, jamais rien de pareil n'a été remarqué ni soupçonné. Cela m'a conduit à comparer les eaux de l'Océan à celles de la Méditerranée, en m'éclairant des analyses réputées les plus exactes, et j'ai vu que sur 1000 parties; ces dernières eaux contiennent 7,02 de sulfate de magnésie, pendant que les eaux de l'Océan, prises sur la Manche, n'en contiennent que 2,29. La quantité d'hydrochlorate de magnesie y est aussi beaucoup moindre. Je n'ai donc pu attribuer qu'à cette différence la différente manière d'agir des deux eaux, et la synthèse est venue me confirmer dans cette opinion, c'est-à-dire que des eaux artificielles, composées dans les rapports indiqués par les analyses, ont agi conformément aux expériences de Cherbourg et de Toulon : de là cette conséquence tout imprévue, savoir, que de deux digues composées des mêmes bétons, et jetées simultanément, l'une sur les côtes de l'Océan, l'autre sur celles de la Méditerranée, la première pourrait subsister indéfiniment, et la dernière disparaître en quelques années.

Les divers mélanges de chaux et de pouzzolanes, de chaux hydrauliques et de sables, sur lesquels j'ai pu étudier l'action de l'eau de mer, ont donné lieu à des faits remarquables. La lutte qui s'établit entre la tendance des pouzzolanes à se combiner avec la chaux et la tendance des dissolutions salines à s'emparer de cette chaux, produit des résultats variés : dans certains cas, la masse attaquée se résout en bouillie; dans d'autres, elle se divise en petits éclats individuellement très-cohérents;

(1) Voyez *le Technologiste*, t. IV. p. 427.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans d'autres, elle s'exfolie à la manière des schistes gélisses; très-souvent elle conserve son volume et sa forme, tout en s'imprégnant de magnésie et de sulfate de chaux.

A l'aide de légers artifices, on provoque facilement, dans une masse de béton immergée, la formation de veines ou de petits amas de gypse cristallisé et adhérent aux parois; on peut aussi déterminer la formation de petites dolomies, en plaçant, dans une simple dissolution d'hydrochlorate de magnésie, des massettes de chaux en pâte provenant d'une chaux incomplétement cuite ou d'une chaux partiellement éteinte à l'air. Les parties carbonatées restent telles quelles; les parties simplement hydratées passent à l'état d'hydrochlorate soluble, et la magnésie est introduite et disséminée dans le tissu, où elle arrive bientôt à l'état carbonaté, pour peu qu'il s'introduise d'acide carbonique libre dans le bain d'immersion.

Il m'a semblé que ces faits, quoique observés sur une petite échelle, pourraient jeter quelques lumières sur la formation de certaines substances minéralogiques, formation difficile à concevoir dans le système plutonien, et qui paraît toute simple quand on admet l'infiltration des dissolutions salines au sein des masses à l'état pâteux ou même solides, mais susceptibles d'imbibition, et là des échanges et des substitutions analogues à ce que je viens d'exposer touchant les bétons plongés encore frais dans l'eau de la Méditerranée.

Nouveau mode pour graver à la pointe sur des planches d'acier trempé et autres surfaces métalliques polies.

Par M. J.-H. Pring.

Le moyen que je propose est une application, que je crois nouvelle, des forces électriques, et je serais heureux s'il pouvait être de quelque utilité dans la pratique.

La manière dont je suis parvenu à produire des traits sur des planches d'acier est la suivante (1) :

J'ai réuni six batteries du genre de celles inventées par M. Smee, dans chacune desquelles la plaque d'argent platinée pouvait avoir 3 pouces carrés (19 centimètres carrés). J'ai attaché la planche d'acier qu'il s'agissait de graver à l'extrémité zinc des batteries. Après avoir interposé un fil métallique couvert de soie d'une longueur considérable entre la planche d'acier et le zinc, j'ai pris à la main le fil en communication avec l'argent platiné, et je m'en suis servi comme d'une pointe à graver sur la planche d'acier. Une étincelle électrique d'un grand éclat, accompagnée d'une légère attaque sur l'acier, a été le résultat de chacun des contacts sur la planche.

Le fil qui m'a servi à remplir l'office de la pointe à graver était en platine; la portion par laquelle je le prenais était insérée dans un tube de verre, afin de pouvoir d'un côté le saisir et le faire mouvoir plus aisément, et de l'autre de protéger la main contre les secousses électriques auxquelles elle aurait été exposée sans cette précaution.

En se servant du fil de communication avec le zinc des batteries comme de pointe à graver, et en attachant une planche d'acier à l'argent platiné, on produit un effet tout différent. Avec l'appareil ainsi disposé, l'étincelle qui résulte du contact du fil avec la planche d'acier est accompagnée du dépôt d'une très-minime portion de la substance du fil lui-même sur l'acier. En employant différents fils, tels que ceux en or, en argent, en platine, etc., on parviendra sans doute à produire une foule de dessins d'ornements variés sur des surfaces d'acier poli.

Les effets de l'influence électrique décrits ci-dessus ne se bornent pas à l'acier; un résultat à peu près semblable peut être obtenu en substituant des plaques d'un autre métal. En augmentant la quantité et l'intensité des courants électriques, il est présumable que l'effet sur l'acier ou autre métal en serait proportionnellement accrue, et il est permis de conjecturer qu'au moyen de quelques modifications apportées dans les procédés, on parviendrait à étendre avantageusement les applications.

Nous avons fait représenter, fig. 43, pl. 51, l'appareil dont nous nous sommes servi, afin d'en mieux faire saisir la disposition.

A la planche en acier ou autre métal sur laquelle on veut graver.

B la pointe à graver en fil de platine enfilée dans un manche en verre.

C le fil métallique recouvert en soie et enroulé sur une bobine.

D les batteries.

(1) L'éditeur du *Philosophical Magazine*, journal auquel nous empruntons cet article, dit que M. Pring lui a remis une planche d'acier sur laquelle on lisait ces mots en anglais : « Gravé au moyen de l'électricité. Bath, 18 juin 1843. J. H. P., » avec quelques ornements en entourage. A l'impression à la presse de l'imprimeur en taille-douce, cette planche a fourni une épreuve pâle, mais lisible.

F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE.

Manuel de la Peinture sur verre, sur porcelaine et sur émail.

Par M. M.-E.-F. Reboulleau de Thoires. Paris. 1843. In-18, fig. Prix : 2 fr. 50 cent.

La peinture sur verre, cet art monumental et qui se marie si bien avec l'architecture de nos vieux temples du moyen âge, négligée, oubliée pendant trop longtemps, a repris enfin heureusement faveur depuis quelques années, grâce aux encouragements du gouvernement, des conseils généraux et municipaux, et de tous les hommes éclairés. L'art vient donc de renaître, et dans cette résurrection, il avait droit de profiter des perfectionnements qui ont été apportés dans celui du verrier, et surtout des progrès prodigieux que la chimie a faits depuis un demi-siècle. Dans ces dernières années, on a publié divers ouvrages sur la peinture sur verre; mais la plupart d'entre eux se sont plutôt appliqués à faire connaître l'histoire de l'art plutôt que l'art lui-même, et bien peu ont traité avec des détails suffisants sa partie technique, c'est-à-dire celle qui apprend à composer les émaux, le mécanisme de la peinture sur verre et le travail du vitrier. C'est cette tâche que M. Reboulleau s'est imposée et qu'il a remplie d'une manière remarquable. Dans son Manuel, on voit à chaque page que l'auteur est un très-bon chimiste, et dans les recettes, les conseils, les observations qu'il présente, qu'il doit avoir longtems étudié et pratiqué même son sujet. Partout il fait preuve de connaissances très-exactes sur les effets du mode de préparation des matières qui servent à colorer les émaux, sur leurs combinaisons, leurs réactions mutuelles et la manière dont elles se comportent au feu; enfin sur la cuisson des verres peints. Nous ne suivrons pas l'auteur dans tous les détails qu'il faut lire dans le Manuel même, mais nous ajouterons qu'il a joint à son traité de peinture sur verre deux autres traités qui s'y rattachent, et qui ne sont pas rédigés avec moins de soin que le premier; l'un est relatif à la peinture sur porcelaine, et l'autre à l'art de l'émailleur. L'ouvrage de M. Reboulleau vient donc fort à propos pour seconder le nouvel essor que prend la peinture sur verre, et pour mettre dans une voie sûre des artistes qui, faute d'un guide manuel rédigé par un homme compétent, auraient pu pendant longtemps faire des tentatives infructueuses ou se dégoûter d'un art admirable, appelé encore une fois à de hautes destinées.

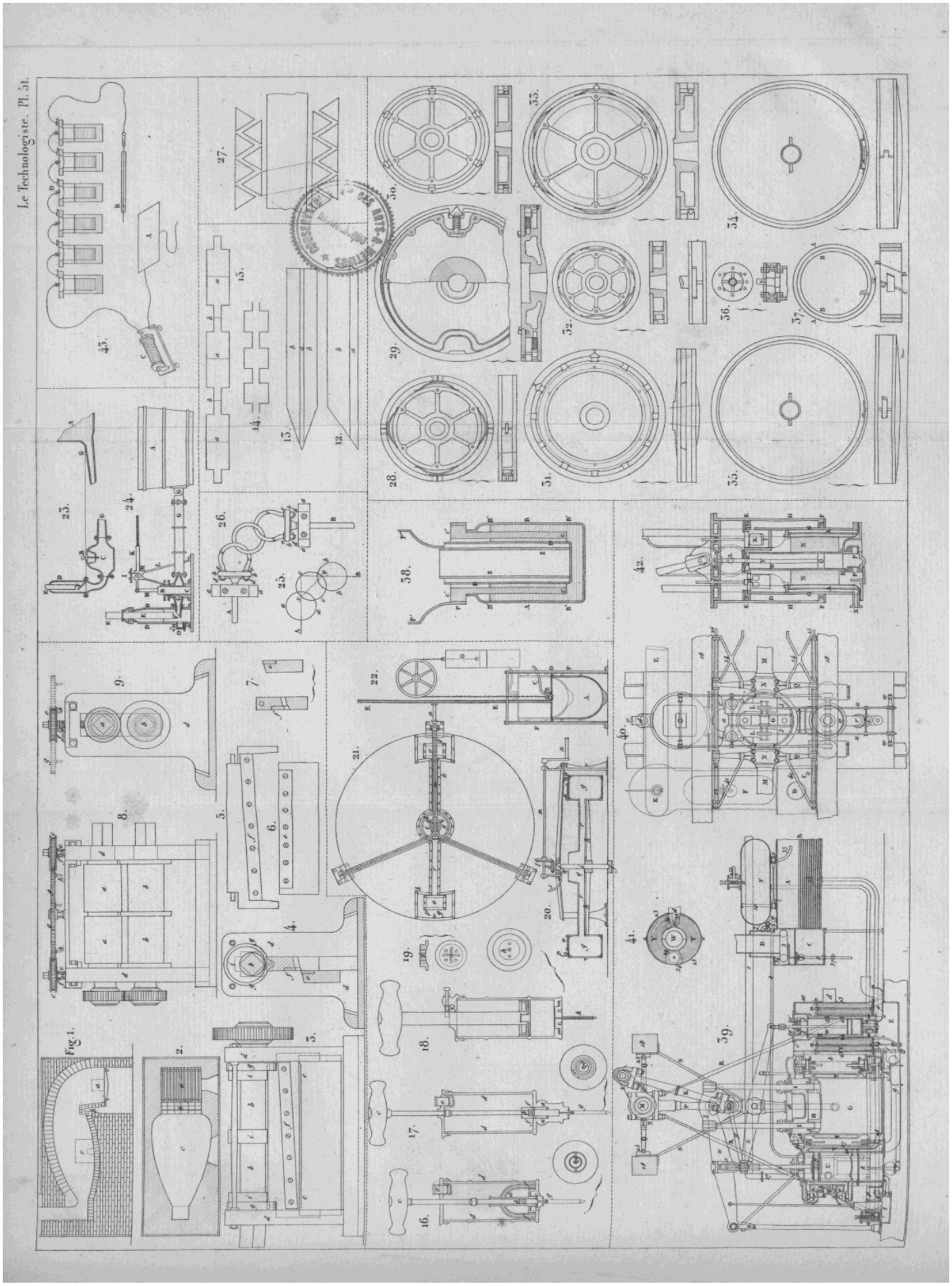
Manuel du fabricant de bleus et carmins d'indigo.

Par M. F. Capron. Dole, 1843, in-18.

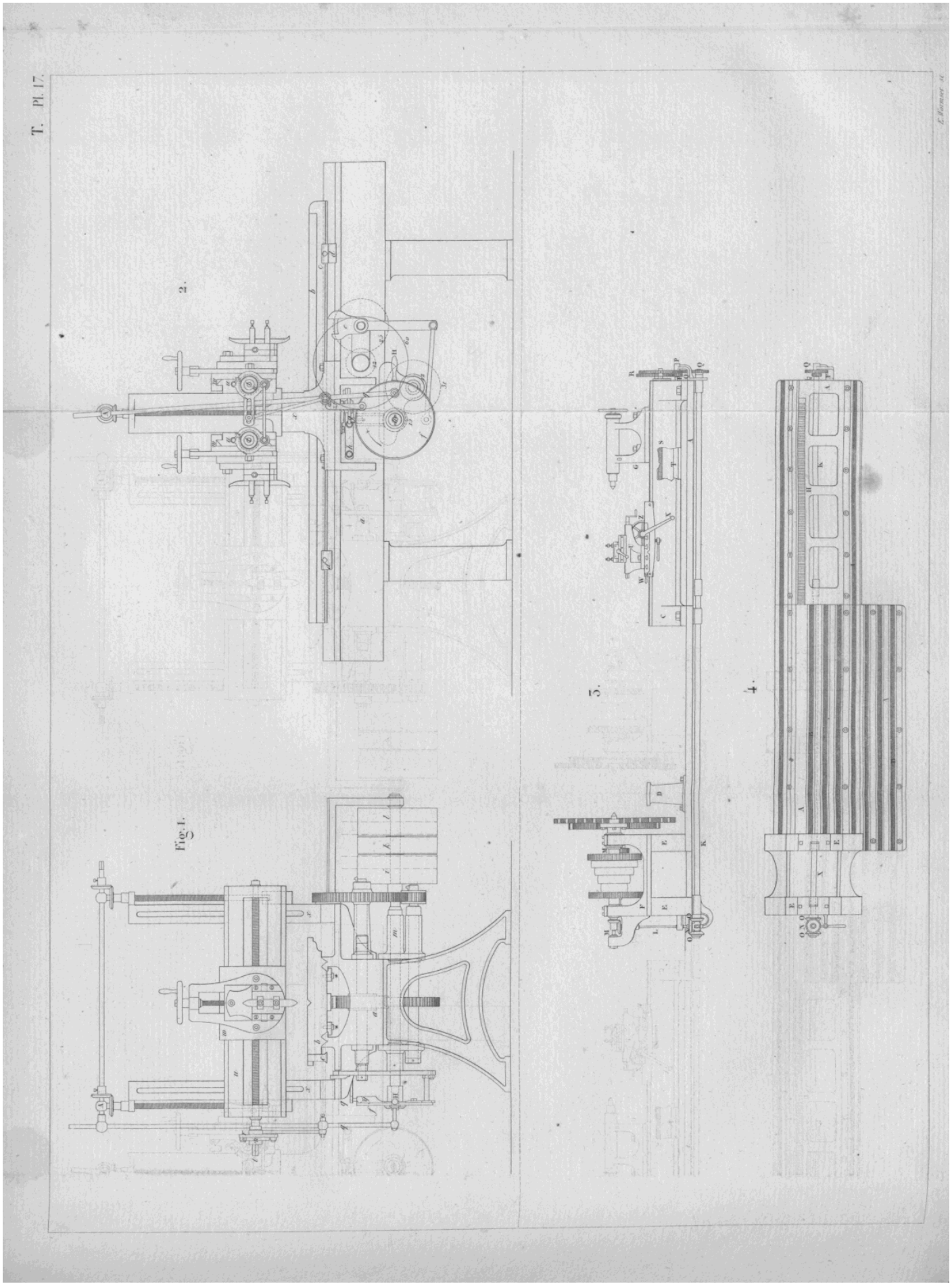
On donne le nom de carmin d'indigo à des préparations faites avec cette matière colorante et qu'on obtient en la dissolvant dans l'acide sulfurique de Nordshausen, et précipitant par du carbonate de soude pour la purifier des matières étrangères qu'elle peut renfermer; cet indigo sert alors à la préparation de plusieurs qualités de bleus connus dans le commerce sous des noms très-divers. Cette petite fabrication n'avait encore été décrite que d'une manière imparfaite, et on ne connaissait même pas exactement les procédés qu'elle mettait en usage pour préparer ces différents bleus. M. Capron, qui paraît être un habile fabricant de carmins d'indigo, s'est chargé du soin de la décrire, et de faire connaître également avec détails les procédés que son expérience lui a indiqués comme les meilleurs.

A cet égard, nous devons à la vérité de dire qu'il s'en est acquitté avec toute l'exactitude désirable, et qu'il n'existe plus rien de secret dans cet art.

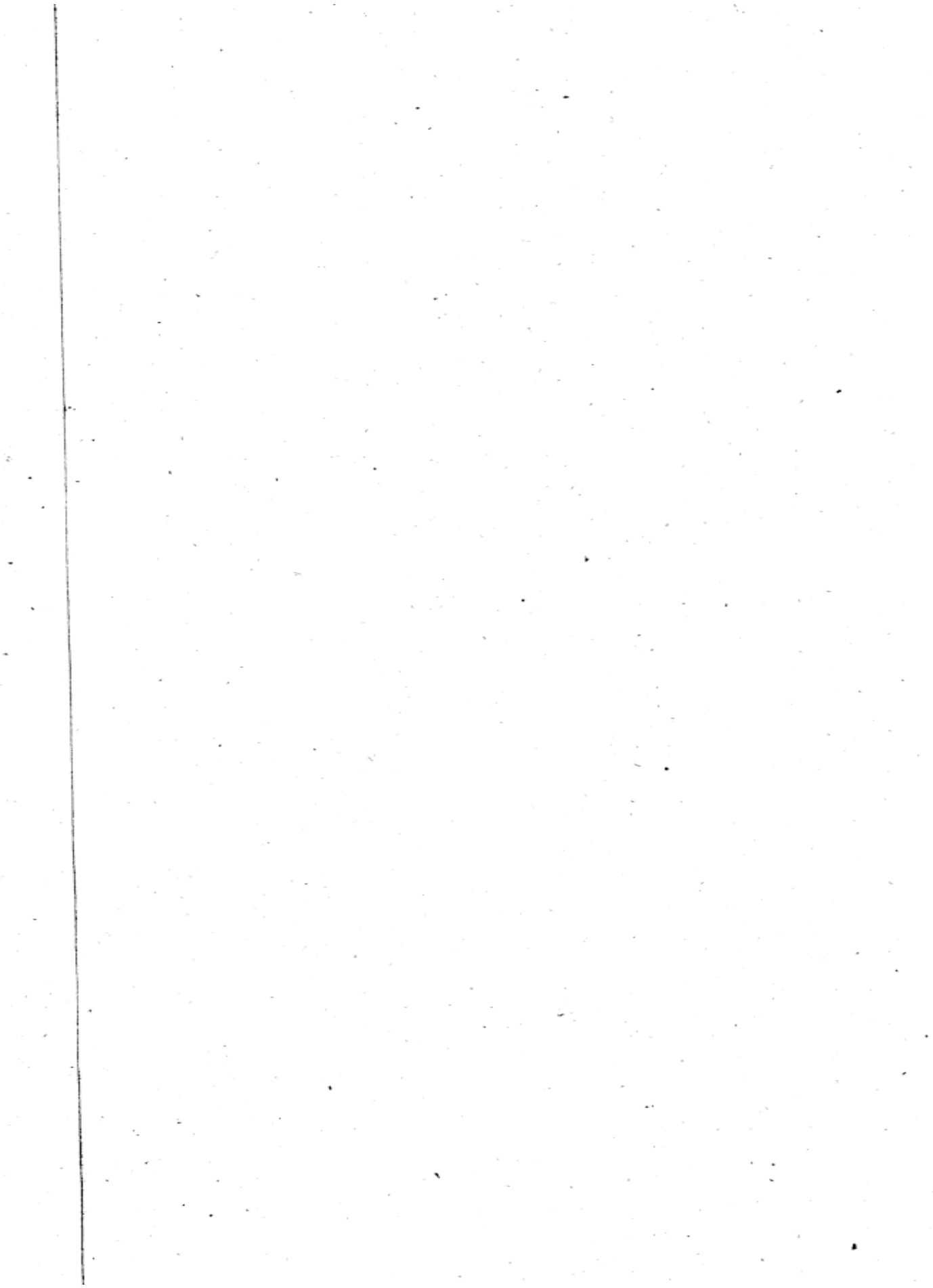
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS

ET ÉCONOMIQUES.

Sur le palladium, son extraction et ses alliages.

Par M. W. Cock.

Le palladium a été découvert en 1803, par le docteur Wollaston, comme un métal qui entrait dans les alliages de platine natif. Pendant longtemps après cette découverte on a cru que ce minerai de platine était la source unique à laquelle on pouvait se procurer le palladium; et comme la proportion de ce dernier métal qui entre dans l'alliage natif de platine était extrêmement faible, on l'a considéré comme un métal qui était très-rare. Néanmoins, depuis quelques années, l'importation en Europe, et surtout en Angleterre, d'une poudre d'or provenant du Brésil, et dans laquelle ce dernier métal se trouve allié à du palladium, a rendu celui-ci beaucoup plus commun qu'il n'était jusqu'alors, attendu qu'il existe des échantillons de cette poudre d'or qui en renferment jusqu'à 5 ou 6 pour 100, et que dans un cas, celui de l'or de la mine de Candonga, il constitue le seul métal qui soit allié à l'or. Toutefois, comme dans la plupart des autres cas, le minerai d'or est souillé par plusieurs autres métaux, il s'agit d'en séparer d'un côté l'or pur par un affinage, et de l'autre le palladium qui entre dans les résidus. Voici comment on procède à cette opération d'affinage.

La poudre d'or est fondue en charges d'environ 2kil.,50 avec son propre poids d'argent, et une certaine quantité de nitrate de potasse : le but et le résultat de cette fusion sont d'enlever au minerai toutes les bases terreuses, et la majeure partie des métaux communs qui sont contenus dans la poudre d'or et dans l'argent qu'on fait fondre avec lui. Le mélange fondu est coulé dans des lingotières, et quand il est refroidi, on en détache les scories qui renferment les oxides des bases métalliques, les matières terreuses combinées avec la potasse du nitre. Deux des barres ou lingots ainsi obtenus sont alors refondus dans un creuset de plombagine, avec la quantité d'argent nécessaire pour constituer un alliage renfermant un quart de son poids d'or pur. Cet alliage étant fondu, est remué avec soin pour former une matière bien homogène, versé à travers un crible ou planche perforée en fer dans de l'eau froide où il se granule ainsi finement. Dans cet état, il est préparé pour en faire le départ.

Pour opérer ce départ, on place environ 10 kilog. de cet alliage granulé dans une jarre de porcelaine sur un bain de sable chaud, et on soumet à l'action d'environ 10 kilog. d'acide nitrique pur, étendu de son volume d'eau. Lorsque l'action de cette quantité d'acide a cessé, le départ de l'or est à peu près effectué; mais pour enlever jusqu'aux dernières portions d'argent, etc., on fait encore bouillir l'or pendant deux heures avec 4 à 4,5 kilog. d'acide nitrique concentré. Alors l'or est complétement affiné, et, après l'avoir lavé à l'eau chaude et séché, on le fond et coule en barre du poids d'environ 6 ou 7 kilog.

Le gaz acide nitreux et les vapeurs d'acide nitrique qui se dégagent pendant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'opération ci-dessus sont conduits par des tuyaux de verre en communication avec les couvercles des jarres, dans un long tuyau de grès à deux branches, dont une des extrémités en pente plonge dans un récipient propre à contenir l'acide condensé, et l'autre extrémité est amenée vers la cheminée pour enlever les vapeurs non condensées.

Les nitrates d'argent et de palladium obtenus, ainsi qu'il vient d'être dit, sont décantés dans de grandes terrines, contenant une suffisante quantité de sel commun en solution pour opérer la précipitation, sous forme de chloride, de tout l'argent, tandis que le palladium et le cuivre restent en solution dans la liqueur qu'on décante. Cette liqueur claire, et les eaux de lavage du chloride d'argent, sont réunies dans des vases en bois, et les matières métalliques qu'elles renferment en sont séparées sous la forme d'une poudre noire par précipitation, au moyen d'une feuille de zinc dont on favorise l'action avec de l'acide sulfurique.

Le chloride d'argent, après avoir été bien lavé, est réduit par l'addition de zinc granulé, lavé sur le filtre avec de l'eau bouillante, séché et fondu dans des creusets de plombagine, sans addition d'aucun flux.

On extrait ensuite le palladium de la poudre noire obtenue, comme il vient d'être dit, par résolution dans l'acide nitrique, et supersaturation avec l'ammoniaque, au moyen duquel les oxides de palladium et de cuivre sont d'abord précipités, puis redissous; tandis que le fer, le plomb, etc., restent insolubles. A la solution ammoniacale claire, on ajoute alors de l'acide chlorhydrique en excès, qui occasionne un précipité abondant de chloride jaune de palladium ammoniacal qui, après avoir été lavé à l'eau froide et soumis à la chaleur, fournit du palladium métallique pur. La liqueur mère et les eaux de lavage renferment tout le cuivre et un peu de palladium, qu'on peut recueillir par précipitation avec le fer.

Le palladium pur a une couleur blanc grisâtre, un peu plus foncé que celle du platine; il est malléable et ductile, mais inférieur, sous le rapport de cette double qualité, au platine pur. Son poids spécifique est 11,3, qu'on peut élever, par le martelage et le laminage, à 11,8. Quand il est parfaitement pur, il ne peut être fondu, même en petites quantités, dans un fourneau à vent ordinaire, mais amené à un état de mollesse et d'agglutination propre à subir le laminage ou l'étirage en fil.

On peut le fondre complétement au moyen du gaz oxigène, et quand on le maintient quelque temps en fusion, on assure qu'il brûle avec production d'étincelles brillantes. Il n'est pas terni par son exposition à l'hydrogène sulfuré, oxidé par l'air à la température ordinaire ou à la chaleur rouge clair; mais il a la singulière propriété de s'oxider à l'air à la chaleur rouge sombre, sa surface se colorant alors de la même manière que le fer et l'acier. En continuant avec précaution cette opération pendant quelque temps, ce métal se recouvre d'une croûte fragile d'oxide de couleur brune, qu'on peut toutefois réduire par une température très-peu supérieure à sa formation; la surface du métal reprend sa couleur originaire au rouge clair quand on le laisse refroidir hors du contact de l'air.

Il est difficilement soluble dans l'acide nitrique quand il est pur et fondu, ou dans un état d'agrégation; mais il l'est aisément quand il est allié jusqu'à un certain point avec de l'argent et du cuivre, et plus encore quand il est sous la forme de la poudre noire indiquée ci-dessus, état sous lequel il est aussi soluble à l'aide de la chaleur dans l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique. Mais sa menstrue propre est l'eau régale qui, s'il n'est pas allié en trop grande proportion avec l'argent, le dissout aisément.

C'est de tous les métaux celui qui a la plus grande affinité pour le cyanogène, et au moyen du cyanide de mercure, on peut le séparer de toutes ses solutions.

On peut l'allier au point de le rendre malléable avec l'or, l'argent et le cuivre, et plusieurs de ses alliages, avec les deux derniers métaux, sont très-usités dans les arts à cause de leur dureté et leur élasticité, ainsi que la propriété dont ils jouissent de ne pas s'oxider ou se ternir; quand on l'ajoute à l'or et au cuivre, il blanchit considérablement ces métaux : 20 pour 100 suffisent dans les deux cas pour détruire la couleur de ces deux derniers.

Les usages auxquels on a appliqué les alliages de palladium consistent à en fabriquer des pointes de porte-mine pour les crayons, des lancettes pour les vaccinations, des échelles pour des instruments gradués, à le substituer à l'or dans la chirurgie dentaire, et dans tous les cas où il faut de la force et de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'élasticité, et où on exige que les pièces ne se ternissent pas.

Alliage propre à adhérer, lors de la fusion, sur le fer et l'acier.

Il y a beaucoup d'avantage dans la pratique à unir directement et mécaniquement le fer ou l'acier avec le laiton par voie de fusion, parce qu'alors on évite d'assembler ces métaux au moyen de vis, d'écrous, de boulons, de goujons, de goupilles, etc. Toutefois, dans la plupart des cas, l'inégale dilatation des métaux et de l'alliage qu'on veut lier ainsi ou faire adhérer l'un à l'autre s'oppose à ce que ce mode d'union soit intime, solide et durable. L'alliage qui suit adhère parfaitement au fer et à l'acier, sans qu'on ait à craindre qu'il s'en détache et s'en sépare. Cet alliage consiste en :

3	parties en poids	d'étain.
39.5	*id.*	de cuivre.
7.5	*id.*	de zinc.

Ce dernier métal étant volatil en partie à une haute température, on peut, dans tous les cas, en forcer un peu la dose.

Perfectionnements apportés dans la fabrication de l'acide sulfurique.

Par M. C.-M.-E. SAUTTER.

La fabrication de l'acide sulfurique, telle qu'on l'a pratiquée jusqu'à ce jour, présente une cause de perte qu'il importerait cependant d'éviter. Je veux parler des vapeurs nitreuses qu'on fait passer des chambres de plomb dans l'atmosphère, et qui se trouvent ainsi perdues par la ventilation que l'on établit. Je me suis proposé de disposer les appareils de telle façon que ces vapeurs nitreuses puissent être conservées, et resservir de nouveau et à plusieurs reprises dans la fabrication de l'acide sulfurique, afin de rendre la quantité de nitrate de soude ou de potasse employée dans cette fabrication infiniment moindre que celle qu'on a consommée jusqu'à présent. J'ai pensé que pour faire mieux saisir le principe sur lequel j'ai fondé ce perfectionnement, il était convenable de faire marcher de front la description des modifications que je propose aux appareils et la manière de procéder à l'économie que j'ai eue en vue.

La fig. 1, pl. 32, représente en élévation une portion d'une chambre à fabriquer l'acide sulfurique, à laquelle on a adapté l'appareil que je propose pour faire servir plusieurs fois consécutivement les vapeurs nitreuses, au lieu de les évacuer dans l'atmosphère.

La figure 2 est une vue par l'extrémité de cette même chambre à laquelle l'appareil a été appliqué.

La fig. 3 en est le plan.

La fig. 4 est une section de l'appareil de condensation par la ligne xy de la fig. 3.

L'air qui s'échappe des chambres à acide sulfurique étant chargé d'une certaine quantité d'humidité, la première condition à laquelle il s'agit de satisfaire est de se débarrasser de la majeure partie de cette humidité ; c'est ce à quoi l'on parvient d'abord en amenant cet air en contact avec de l'acide sulfurique à environ 56° de l'hydromètre de Baumé. Après quoi on le met de nouveau en contact avec de l'acide sulfurique plus concentré, ainsi qu'il va être expliqué.

Il est bon d'avertir que, quoique l'acide sulfurique concentré à 66° Baumé jouisse, relativement aux vapeurs nitreuses, de la propriété la plus absorbante, la plus énergique, on trouve cependant que l'acide concentré à 62° Baumé remplit aussi parfaitement le but. L'air, par son contact avec cet acide sulfurique concentré, est dépouillé des vapeurs nitreuses qui s'y trouvent en suspens, et, après qu'il les lui a enlevées, peut être lancé dans l'atmosphère.

Les vapeurs nitreuses ayant été ainsi absorbées par l'acide sulfurique concentré employé pour les séparer de l'air, il s'agit maintenant de les extraire de cet acide, et c'est ce à quoi on parvient en introduisant l'acide dans un tube, qui d'abord reçoit les produits de la combustion du soufre, opération au moyen de laquelle il abandonne une grande portion des vapeurs nitreuses qu'il avait absorbées, mais qui ne peuvent en définitive être enlevées entièrement qu'en faisant passer simultanément un courant de vapeur à travers le tube.

Après avoir donné ainsi une idée générale de la nature des procédés, je vais entrer à leur égard dans plus de détails.

A est un fourneau sur lequel s'opère la combustion du soufre, et dont tout le monde connaît la structure et la disposition ; B,C,D est un tube par lequel passent les produits de cette combustion ; C.D est la portion verticale de ce tube, dans laquelle sont placés quatre diaphragmes d,d,d,d en plomb, sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lesquels tombe l'acide sulfurique combiné avec les vapeurs nitreuses, au moyen de quoi cet acide se trouve divisé en pluie ou en filets déliés ; E est un tube par lequel on introduit la vapeur d'eau dans le tube B,C,D ; F un autre tube qui conduit l'acide dans un réservoir G après qu'il a été dépouillé des vapeurs nitreuses qu'il renfermait. Ce réservoir G est en plomb, et si l'acide qu'il renferme contient encore des vapeurs nitreuses, on le reverse dans la chambre, tandis que cela n'est pas nécessaire s'il n'en renferme plus.

H est la chambre en plomb qui sert à la fabrication ; I le tuyau par lequel l'air s'en échappe, ou au moyen duquel on ventile la chambre ; J un cylindre rempli de cailloux ou autres matières formant cascade, et dans lequel coule constamment un courant d'acide sulfurique de 56° Baumé, afin de dessécher l'air à mesure qu'il s'échappe de la chambre à acide ; K le tuyau par lequel l'air passe du cylindre J dans l'appareil d'absorption M,N ; L un tube qui sert à faire écouler l'acide dont on fait usage pour sécher l'air dans la portion B,C du tube B,C,D. Cet acide, en absorbant l'humidité de l'air, emporte en même temps une certaine quantité de vapeurs nitreuses, qu'il abandonne par son contact dans le tube B,C, avec le gaz qui provient de la combustion du soufre. M est la partie supérieure de l'appareil d'absorption. Cet appareil d'absorption N consiste en un bac plat et couvert en plomb, à travers lequel l'air qui provient du cylindre J s'écoule en rencontrant sur son passage une nappe d'acide sulfurique à 62°, qui absorbe les produits nitreux qui y sont contenus, afin d'en séparer les vapeurs nitreuses avant de les faire passer dans l'atmosphère.

O,P,Q fait voir la disposition de la portion de l'appareil destinée à fournir de l'acide sulfurique concentré, ou d'environ 62° à l'appareil d'absorption ; Q est un réservoir dont il s'échappe un filet constant d'acide dans l'appareil ; N,O un réservoir plus considérable qui renferme cet acide sulfurique, et le fournit au réservoir Q ; enfin P est un troisième réservoir destiné à réparer les pertes que fait le réservoir Q quand il s'agit de remplir celui O ; R est un tuyau à travers lequel l'air passe de l'appareil d'absorption dans un canal S placé sous terre, et qui est en communication avec le conduit de la cheminée ; enfin T est un tube qui reçoit l'acide combiné avec les vapeurs nitreuses qui coulent de l'appareil d'absorption N, et le conduit au tube B,C,D. Au moyen de cette disposition, on parvient à économiser une quantité considérable du nitrate de soude ou du nitrate de potasse qu'on consomme ordinairement dans la fabrication de l'acide sulfurique.

Je ferai remarquer ici qu'au lieu d'un appareil d'absorption plat ou bac N, tel qu'il a été décrit ci-dessus, on peut parvenir au même but en faisant passer les vapeurs nitreuses à travers un cylindre ou autre vaisseau rempli de coke bien calciné, de verre ou de pierres concassées, qu'on fera traverser par l'acide sulfurique concentré en filets déliés qui viendront rencontrer les vapeurs et les absorber.

Dans la mise en train d'une chambre à acide sulfurique, auquel on aura appliqué l'appareil pour la revivification des vapeurs nitreuses, il faudra employer la même quantité de nitrate de soude ou de potasse qu'on l'a fait jusqu'à présent ; mais aussitôt que l'opération sera en pleine marche, on diminuera graduellement la proportion du nitrate jusqu'à ce que le contre-maître saisisse la quantité rigoureusement nécessaire à fournir pour continuer la fabrication dans les circonstances les plus favorables.

On pourrait certainement faire usage, dans ces applications, de solutions alcalines pour absorber les vapeurs nitreuses, et je vais même donner une description de l'appareil qu'il convient d'employer dans ce cas ; mais je dois déclarer que j'accorde la préférence à l'acide sulfurique pour cet objet, parce qu'il offre le double avantage d'absorber et d'abandonner facilement les vapeurs nitreuses, et en outre parce que c'est un produit abondant qu'on a sous la main, et qui ne perd rien de sa valeur par cet emploi.

Voici maintenant comme il convient d'opérer quand on veut travailler avec les solutions alcalines. L'appareil d'absorption décrit ci-dessus doit alors être chargé avec une solution alcaline ; soit une solution de soude au lieu d'acide sulfurique. Cette solution absorbe les vapeurs nitreuses en formant un sel qui, après l'évaporation et la décomposition par l'acide sulfurique, donne un dégagement abondant de vapeurs nitreuses propres à la fabrication de l'acide sulfurique. Le procédé de décomposition est le même que celui qu'on a pratiqué jusqu'ici quand on a décomposé les nitrates par l'acide sulfurique ; mais les propriétés absorbantes des solutions alcalines étant infiniment plus faibles que celles de l'acide sulfurique à un haut degré de densité, il convient alors de modifier l'appareil d'absorption ci-dessus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

décrit, afin de réduire à un plus petit volume les vapeurs nitreuses qu'on fait passer de la chambre de plomb pendant que la solution alcaline agit sur elles.

Pour atteindre ce but, on prend un cylindre J, fig. 3, traversé par un axe sur lequel est placée une hélice qui plonge dans la solution alcaline contenue dans ce cylindre. Cette spirale, en battant cet air avec la solution alcaline, le dépouille promptement des vapeurs nitreuses qu'il renferme. Dans cet appareil, *a* est le tuyau qui amène l'air chargé de vapeur dans le cylindre ; *b* un autre tube servant à charger l'appareil avec la solution alcaline ; *c* un tuyau par lequel l'air dépouillé de vapeurs s'échappe dans l'atmosphère ; *d* un tube d'évacuation pour soutirer la solution alcaline saturée de vapeurs.

Du reste, je ne donne cette disposition que comme un exemple ; car on conçoit que, dans ce cas, il ne s'agit que de mettre en action une grande surface humectée avec une solution alcaline en contact avec l'air chargé de vapeurs nitreuses qui sort des chambres en plomb où l'on fabrique l'acide sulfurique avant de le lancer dans l'atmosphère, et qu'on peut remplir cette condition de bien des manières plus ou moins avantageuses, suivant les circonstances et les localités.

Préparation de l'acide nitrique avec le nitrate de soude du Chili.

Par M. H. Œnike.

Le produit qu'on importe dans le commerce, sous le nom inexact de salpêtre du Chili, renferme, indépendamment du nitrate de soude, plusieurs autres sels, et en particulier du chlorure de sodium. Ce dernier agit souvent de la manière la plus désavantageuse dans la préparation de l'acide nitrique, principalement, comme il arrive souvent lorsqu'il s'y trouve en quantité assez considérable. Il se développe en effet par l'action que l'acide sulfurique exerce alors simultanément sur le nitrate de soude et sur le chlorure de sodium une grande abondance de chlorure et d'acide nitreux gazeux, dont la quantité est même tellement considérable que, par le refroidissement le plus complet et le plus soigné, ils ne peuvent être absorbés par les liquides acides qui distillent ces vapeurs, et fatiguent donc à un haut degré l'opérateur.

Pour remédier à cet inconvénient, il faut procéder de la manière que je vais indiquer.

On fait choix, pour la préparation de l'acide nitrique, d'une cornue pourvue d'un col assez allongé pour arriver jusque dans la partie ronde du récipient. Le col de ce récipient est luté en même temps avec soin sur la cornue, et doit porter en outre une seconde tubulure. Dans cette seconde tubulure on assujettit, au moyen d'un bouchon de stéatite, un tube qui entraîne les gaz qui se développent, soit au dehors du laboratoire, soit, ce qui est mieux, dans la cheminée du foyer. Quand ces luts sont bien faits, et qu'on rafraîchit parfaitement et souvent le corps du récipient, on obtient le produit en acide nitrique le plus considérable qu'il soit possible de retirer du sel du Chili.

Nouveau mode de fabrication de l'alun.

Par le docteur W.-G. Turner.

Je vais décrire un procédé que je crois nouveau pour fabriquer l'alun au moyen des roches feldspathiques, ou autres roches ou minéraux renfermant de la silice et de l'alumine suffisamment pures de toutes autres substances pour être soumises à ce procédé, qui consiste à faire usage de la potasse ou de la soude, ainsi que je vais l'expliquer ci-après.

Quand on emploie la potasse, on a un alun de potasse, et un alun de soude quand on se sert de la soude.

Lorsqu'on veut fabriquer de l'alun de potasse, on commence par faire fondre ou fritter le feldspath ou autre substance minérale renfermant de la silice et de l'alumine avec un sel de potasse, qui donne, après la fusion à la chaleur rouge ou blanche, une masse vitreuse uniforme. Cette masse vitrifiée, si on a employé la quantité suffisante de potasse, est aisément dissoute dans l'eau, et sa solution contient du silicate de potasse et laisse un résidu insoluble léger, poreux, semblable, sous le rapport de la composition chimique, au minéral appelé ordinairement *alœolite*. Cette substance poreuse est décomposée par l'acide sulfurique, et forme de l'alun en abandonnant la silice qu'elle renferme.

La quantité de potasse nécessaire pour cette opération est généralement double du poids de la substance minérale qu'on emploie, quoiqu'il soit des circonstances où une quantité moindre remplisse aussi le but.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si au lieu d'un sel de potasse, on fait usage d'un sel de soude, la substance poreuse qu'on obtient est semblable, sous le rapport de sa composition chimique, au minéral connu ordinairement sous le nom de *néphéline*, et sa décomposition par l'acide sulfurique donne naissance à l'alun de soude. Du reste, voici des détails plus précis sur l'opération.

Si on désire faire un alun de potasse, la substance la plus avantageuse qu'on puisse employer est le feldspath à base de potasse. Ce feldspath est brisé sous des meules verticales jusqu'à la consistance d'un sable fin (opération qui est beaucoup facilitée en chauffant au rouge le minéral et le plongeant dans l'eau froide). Dans cet état, on le mélange avec son poids de sulfate de potasse, et on le place dans la partie supérieure de la sole inclinée d'un four à réverbère, représenté dans la fig. 6, pl. 52, qu'on connaît dans les manufactures de poteries, sous le nom de fourneau à fritter, et qu'on a préalablement porté au rouge blanc. Lorsque par l'action de la chaleur on a produit la matière vitreuse, et qu'on la voit couler sur la sole inclinée du four, on ajoute successivement à ce verre, à la partie inférieure de cette sole, une quantité de carbonate de potasse égale à celle du sulfate qu'on a employée.

On répète ensuite ce procédé, c'est-à-dire qu'on place dans la partie supérieure de la sole un mélange de feldspath et de sulfate de potasse, en ajoutant du carbonate de potasse graduellement et par portions successives à mesure que le verre coule vers la partie basse de cette sole, et lorsque le canal ou sac que forme le four en ce point est rempli de verre, on procède sur lui à l'opération suivante.

La préparation du verre peut aussi s'exécuter dans un four à réverbère à sole plate, et la facilité qu'on a d'enlever le verre dans un four de cette espèce est bien un avantage. Dans ce cas, on n'ajoute pas de carbonate au mélange jusqu'à ce qu'on observe que le sulfate de potasse soit complétement décomposé.

En faisant bouillir dans de l'eau le verre ainsi obtenu, une quantité de potasse égale à celle qu'on avait ajoutée au feldspath et deux tiers de la silice contenue dans ce dernier minéral se dissolvent, tandis qu'un tiers de la silice et de l'alumine, avec une quantité de potasse égale à celle que le feldspath renfermait d'abord, restent sous la forme d'une substance légère et poreuse semblable, comme il a été dit, par sa composition à l'alæolite.

Cette substance poreuse est séparée soigneusement de ladite solution et lavée à l'eau pure, jusqu'à ce qu'elle soit bien débarrassée de tout son silicate de potasse ; alors on la place dans une cuve ou une chaudière ouverte en plomb, et on la fait bouillir avec de l'acide sulfurique étendu d'un poids spécifique de 1,2. Cet acide contient à ce degré, à fort peu près, la quantité d'eau nécessaire pour la solution et la cristallisation de l'alun produit par la décomposition de l'alæolite, et cette quantité d'acide dilué doit être telle qu'elle renferme environ 160 parties en poids d'acide sulfurique anhydre pour 285 parties également en poids de feldspath, si on emploie ce minéral, et en proportion relative à la silice et à l'alumine contenue dans la substance, si l'on se sert d'une autre matière, attendu qu'il est important que la solution d'alun ainsi obtenue ne renferme pas un excès d'acide.

Je recommande de n'employer à la première opération que les quatre cinquièmes de la quantité proposée d'acide sulfurique, qui laissera une portion de l'alæolite non décomposée, et d'agir ensuite sur cette portion non décomposée après que la solution aura été soutirée avec tout le reste de l'acide sulfurique qui doit entrer dans cette seconde opération ; on achèvera de cette manière la décomposition complète de la substance, et l'alun ainsi formé entrera dans le traitement d'une nouvelle quantité d'alæolite. De cette façon, on obtient toujours des solutions neutres d'alun.

La solution bouillante, après que le sédiment s'est déposé, est soutirée dans des rafraîchissoirs semblables à ceux où l'on fait cristalliser l'alun, où environ quatre cinquièmes de l'alun tenu en solution se transforment en cristaux. Les eaux mères des cristallisations sont évaporées à siccité dans des vases convenables pour rendre insoluble la silice qu'elles renferment, et le résidu est délayé dans l'eau bouillante qui dissout l'alun, afin de procéder à une nouvelle cristallisation.

Si l'on opère avec des sels de soude, au lieu de sels de potasse, on obtiendra un alun de soude ; mais, dans ce cas, on doit faire usage de l'*albite* ou feldspath à base de soude.

La potasse ou la soude, suivant le cas, qui est contenue dans la liqueur dont on sépare l'alæolite ou la néphéline, peut être recouvrée par l'un des procédés que voici :

Les solutions concentrées qu'on ob-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tient, et qui ont un poids spécifique d'environ 1,2, sont versées dans un vase convenable, à travers lequel on fait passer un courant de gaz acide carbonique obtenu par l'un des moyens mis communément en usage pour cet objet. Cet acide carbonique est absorbé par la solution qui prend l'aspect d'une masse gélatineuse. Cette masse consiste en carbonate de potasse ou de soude, et en silice hydratée. En la faisant dessécher dans un four, dont la température ne doit jamais être poussée au rouge, même dans l'obscurité, la silice abandonne son eau et devient insoluble. La potasse ou la soude peuvent alors être séparées sous forme de sesqui-carbonate par la solution et une évaporation à siccité.

L'autre procédé, qui dans la plupart des circonstances paraîtra plus économique et plus commode, consiste à faire bouillir la solution de silicate de potasse ou de soude, à filtrer à travers une couche de chaux caustique; cette chaux se combine avec la silice, et on obtient une lessive de potasse ou de soude caustique. Ce procédé peut très-bien être mis en pratique dans un appareil semblable à celui des savonniers pour la préparation de leurs lessives. La potasse et la soude peuvent être alors obtenues sous la forme caustique ou sous celle de carbonate par les procédés connus pour faire la soude. Ces solutions, faibles de silicate de potasse ou de soude, sont employées pour décomposer une autre portion de la masse vitreuse.

Sur la constitution des gallates et tannates de fer, et des teintures à base de fer.

Par M. Ch. Barreswill.

Lorsqu'on verse une dissolution d'acide gallique ou de tannin, acides incolores formant ordinairement des sels incolores ou de la couleur des bases dans une dissolution de sulfate de peroxide de fer, on obtient un précipité d'un bleu intense qui reste en suspension dans le liquide.

Ce fait anormal a plus d'une fois excité l'attention des chimistes; M. Berzelius et M. Chevreul ont même émis quelques doutes sur la simplicité de cette réaction. On savait depuis longtemps que les acides tannique et gallique ne précipitaient pas le protoxide de fer à l'abri du contact de l'air. Ces chimistes, ci-dessus nommés, et M. Persoz, ont fait la contre-expérience et ont remarqué que lorsque l'on verse de l'acide gallique ou du tannin dans un sel de peroxide de fer, il y avait production de sel au minimum. Ce fait se prouve d'une manière très-simple, en ajoutant à la dissolution bleue produite par le sulfate de peroxide de fer, dans une solution d'acide gallique, un excès d'acétate de plomb ou de carbonate de chaux qui précipitent la combinaison bleue en même temps que l'acide sulfurique; par la filtration, on sépare un liquide incolore, dans lequel on constate la présence du fer au minimum.

Ces expériences sont insuffisantes pour donner l'équation de cette réaction curieuse. Il n'est pas invraisemblable d'admettre, comme l'ont fait *à priori* MM. Berzélius et Chevreul, que l'oxigène se portant sur l'acide gallique ou le tannin, les change en un nouveau composé bleu; mais des expériences positives étaient nécessaires.

Quand on verse goutte à goutte une dissolution de tannin ou d'acide gallique dans une dissolution de sulfate de peroxide de fer en excès, on n'obtient pas de coloration bleue; s'il s'en produit une, elle n'est qu'éphémère. Elle ne se produit pas non plus avec le même sel en défaut en présence du chlore, ni avec un protosel de fer et de l'acide gallique oxidé à différents degrés par le chlore; par un sel d'argent, ou enfin par l'air au sein d'une dissolution alcaline.

Si on ajoute à une dissolution d'acide gallique un excès de sulfate de peroxide de fer, et qu'on précipite la liqueur par l'acétate de plomb, on obtient un magma bleu qui, traité par l'acide oxalique, forme de l'oxalate de fer soluble. La couleur bleue disparaît complétement; elle est rétablie par l'acétate de soude. La dissolution oxalique, très-étendue d'eau, traitée avec discernement par les deux prussiates et par l'hydrogène sulfuré, présente tous les caractères des sels de fer au maximum et au minimum.

De ces faits, on peut conclure que si l'on part d'un protosel de fer, il faut ajouter de l'oxigène; si l'on part d'un persel, il faut en enlever pour produire le composé bleu, et que le composé renferme les deux oxides. Dans le premier cas, l'oxigène atmosphérique se porte uniquement sur le protoxide de fer; dans le second, une partie de l'oxigène du peroxide détruit une proportion correspondante d'acide gallique ou de tannin qu'il convertit en une matière brune. Cette matière n'entre pour rien dans la formation du nouveau composé, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doit être considéré comme un sel formé de tannin ou d'acide gallique, et d'un oxide intermédiaire de fer, vraisemblablement bleu, dont la teinte est légèrement altérée par cette substance brune.

Pour prouver d'une manière plus évidente que la coloration bleue ne peut être due à un acide bleu mais à un oxide particulier, j'ai tenté d'obtenir d'autres sels bleus avec des acides incolores; par exemple, l'acide sulfurique. A cet effet, j'ai préparé les mélanges à proportions variables de sulfate de protoxide et de sulfate de peroxide de fer, et pour éviter une séparation inévitable des deux sels en vertu de la différence de solubilité, j'ai soustrait *instantanément* l'eau en versant dans la dissolution de l'acide sulfurique concentré en grand excès, avec la précaution de produire le moins possible de chaleur. J'ai obtenu ainsi un magna épais d'un bleu foncé, dont la teinte était plus ou moins pure, suivant les proportions des deux sels de fer. J'ai produit également un sulfate bleu, mais très-éphémère, en évaporant rapidement un mélange des deux sels; la teinte bleue apparaît au moment où la masse est à peu près sèche. En substituant à l'acide sulfurique des phosphates de soude, j'ai obtenu du phosphate de fer bleu foncé et du sulfate de soude qui enlevait l'eau subitement. J'ai tenté sans succès de préparer des combinaisons bleues avec d'autres sels. L'hyposulfite de soude seul m'a donné une coloration bleue intense, mais d'une instabilité dont on ne peut se faire une idée. Il n'est pas étonnant du reste qu'il en soit ainsi. Il est beaucoup d'exemples en chimie de bases qui se combinent de préférence avec certains acides, et refusent de s'unir à d'autres : tel est, entre un très-grand nombre, le protoxide de cuivre.

J'ai fait de nombreuses tentatives pour obtenir l'oxide bleu à l'état de liberté. J'y suis parvenu plusieurs fois, mais dans des circonstances que je ne puis reproduire à volonté. C'est du reste un fait bien connu, que lorsqu'on précipite par l'ammoniaque un protosel de fer au contact de l'air, le précipité blanc de protoxide devient bientôt vert, mais en passant par le bleu.

L'impossibilité de faire cristalliser le sulfate bleu de fer, et d'isoler l'acide de la combinaison bleue gallique, m'a empêché de recourir à l'analyse pour arriver à la formule de ces sels intermédiaires. J'ai dû procéder par synthèse; cette méthode est, j'en conviens, vicieuse : aussi ne présenterai-je mes résultats qu'avec crainte, me réservant de revenir sur ce sujet.

De tous les mélanges de sulfate de protoxide et de peroxide que j'ai essayés, celui qui m'a donné le bleu le plus pur, avec l'acide sulfurique et avec l'acide gallique, contient exactement 3 équivalents de protosel et 2 de persel, proportions correspondant précisément au cyanure Fe^7O^9, le bleu de Prusse.

Cette concordance de couleur entre l'oxide et le cyanure, indépendamment de l'expérience, rendrait déjà la formule probable, car elle se poursuit, chose remarquable, dans les autres composés analogues. Ainsi ce protoxide et le protocyanure sont blancs; le peroxide et le percyanure sont rouges : bien plus, M. Pelouze a signalé un cyanure intermédiaire *vert*, auquel il a assigné la formule $FeCy$ et Fe^2Cy^3, et M. Berzélius a décrit un arséniate vert dont l'oxigène et le fer sont dans les mêmes proportions $FeO + Fe^2O^3$. Il en est sans doute de même de l'acétate de fer vert bouteille, signalé par M. Chevreul, de l'oxalate de fer vert et de ce précipité vert que les alcalis forment dans les protosels de fer au contact de l'oxigène.

Je rapprocherai de ces considérations une expérience de M. Berthier. Ce chimiste ayant chauffé de l'oxide de fer dans un creuset brasqué, obtint une masse présentant trois couches distinctes; la première bleue, la seconde verte, et la troisième noire, en procédant de la circonférence au centre, c'est-à-dire de la partie la moins oxidée à celle qui l'était le plus.

Si, comme je l'espère, j'ai rendu vraisemblable l'existence de deux oxides de fer intermédiaires, salifiables, entrant dans les sels avec la couleur qui leur est propre, j'aurai jeté quelque jour sur les colorations diverses produites par les différents tannins, la morphine et quelques autres principes organiques; et aussi sur la production des couleurs, violet, noir, puce et vert, avec des principes colorants rouges et jaunes, en présence de sels à base de peroxide de fer. Je me suis assuré que tous les colorants jaunes (le curcuma, par exemple) ne produisent pas de vert; que tous les colorants rouges (entre autres l'acide aloétique) ne donnent pas de violet, et que quand il y a production de vert, comme avec la graine de Perse et le quercitron, ou de violet, comme avec la garance, le campêche, les phénomènes se passent de même qu'avec le tannin et l'acide gallique. Ces observations sont, du reste, en parfait accord

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec les prévisions de M. Thénard, et les faits publiés par M. Daniel Kœchlin, Schouch, puis par M. H. Schlumberger, et que M. Stackles m'a dit avoir vérifiés dans son travail, que les mordants de fer doivent, pour donner de belles teintures, être à un degré précis d'oxidation.

De l'emploi du tartrate double de potasse et de soude dans la teinture en laine.

On fait usage, dans la teinture de la laine en toison ou en fil, ainsi que des tissus de laine, par suite du développement toujours croissant de cette industrie, d'une si énorme quantité de tartre, que celui qu'on produit en Allemagne suffit à peine pour satisfaire aux besoin des fabriques, et qu'on est obligé d'en tirer une partie des pays étrangers. Un procédé à l'aide duquel on diminue la consommation du tartre, et donne aux teintures produites avec ce corps une apparence plus pure, plus flatteuse et plus d'efficacité, doit nécessairement offrir de l'intérêt.

Le tartre, surtout celui à l'état brut, est la plupart du temps d'une qualité fort incertaine, ce qui occasionne souvent des pertes considérables dans les ateliers de teinture; non-seulement cette drogue renferme une grande quantité d'impuretés qui se précipitent avec lui dans le vin, mais de plus on l'allonge souvent à dessein, principalement avec des matières terreuses et sableuses, de façon que son titre en tartre pur n'est pas souvent de 50 pour 100, et s'élève rarement au delà de 70. De plus, la coloration en brun, en brun rouge intense que possède la dissolution de ce tartre brut, porte bien souvent préjudice à la couleur des tissus. Les parties fibreuses qu'il renferme s'attachent à la laine, et les petits grains de soufre qu'on y rencontre parfois produisent autant de taches. Ajoutez encore un autre inconvénient, c'est que le tartre est peu soluble, même dans l'eau bouillante, et par conséquent qu'il doit être employé à l'état pulvérulent, et que, malgré cela, il y en a encore une partie qui ne se dissout pas et est perdue.

Le tartre purifié (*cristalli tartari*) lui-même n'est jamais pur, il renferme toujours plus ou moins de chaux; il est également peu soluble, et d'ailleurs fort cher.

En conséquence de ces inconvénients, quelques fabricants de draps, au lieu d'employer le tartre brut ou raffiné, ont fait usage du tartre neutralisé par la soude, et connu dans les pharmacies sous le nom de *tartarus natronatus*, tartre sodique; ils s'en sont servis comme mordant, en combinaison avec l'alun ou des sels métalliques, et ont trouvé que ce composé était beaucoup plus propre à cet objet que le tartre ordinaire, et d'un prix plus avantageux, attendu qu'on en emploie moins.

D'ailleurs l'avantage de ce tartre sodique, ou tartrate double de potasse et de soude, devient manifeste quand on songe que l'action du tartre repose sur la formation du tartrate d'alumine ou du tartrate d'un oxide métallique, et qu'en se servant de tartre, il n'y a que la portion d'acide tartrique, qui forme avec la potasse un sel neutre, qui se combine avec l'alumine ou l'oxide métallique, tandis que l'autre portion de cet acide tartrique, c'est-à-dire la moitié du tout, est perdue pour cet objet. Dans l'emploi du tartrate double pour remplacer le tartre, tout l'acide tartrique, au contraire, se combine avec l'alumine ou l'oxide métallique, en vertu d'une double affinité.

De plus, il est bon de considérer que le tartre sodique peut être préparé comme produit secondaire parfaitement pur, et à un prix modéré, dans les fabriques d'acide tartrique, et que déjà les fabriques de produits chimiques l'offrent à un prix plus bas que le tartre purifié. Sa facile solubilité, même en gros morceaux, dans de l'eau légèrement chauffée, est un avantage qui n'est pas non plus à dedaigner.

L'expérience a démontré que dans la teinture en laine et des tissus de cette matière, au lieu d'une partie de tartre purifié, il suffisait d'une demi-partie de tartrate sodique, et qu'au lieu d'une partie de tartre brut, il ne fallait pas plus d'un tiers de tartre double. Ce dernier ne coûte donc pas la moitié du tartre qu'il remplace. De plus, dans les pays où l'on ne produit pas de tartre, les frais de transport se trouveront ainsi diminués de 1/2 à 2/3 par l'emploi du tartre sodique. L. R.

Teinture des étoffes au platine.

Lorsqu'on plonge des étoffes de soie, des taffetas, des velventines, à une température de 15 à 20° C., pendant deux jours, dans une solution de chloride de platine dans l'alcool (1 partie de chloride de platine et 12 parties d'alcool), puis qu'au bout de ce temps on enlève

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les pièces imprégnées et les plonge dans une solution à 10° de sulfure de potassium, dans laquelle on les laisse séjourner 2 heures, qu'on les en retire, les fait sécher et les dégorge, on trouve qu'elles sont colorées en un beau brun eclatant. La couleur résiste à l'air, à la lumière, aux alcalis et aux acides. C'est surtout sur les velventines et sur la soie en fil ou en botte, qu'elle acquiert le plus d'éclat et d'agrément. Cette dernière augmente en poids de 30 à 60 pour 100.

Recettes diverses pour la teinture sur coton, laine et soie.

Par M. Schrader (1).

1° *Teinture sur coton.*

Rouge solide de garance. Ce rouge, qui résiste aux alcalis et peut remplacer, dans bien des cas, le rouge d'Andrinople, se produit ainsi : 1° bouillon avec 2 kilog. soude d'Alicante pendant une heure; 2° laver; 3° passer au bain de sumac et sécher; 4° mordancer à l'acétate d'alumine; 5° tordre à la cheville et sécher; 6° dégorger au battoir et laver (2); 7° teindre avec 60 kil. garance de Hollande moyenne par une température s'élevant graduellement jusqu'à l'ebullition pendant une heure et demie; 8° dégorger; 9° aviver dans l'eau chaude avec 4 kilog. de savon.

Rose de garance. 1° Bouillon comme ci-dessus; 2° engaller avec 1 1/2 kilog. noix de galle; 3° sécher; 4° mordancer comme ci-dessus à l'acétate d'alumine; 5° tordre, sécher, dégorger comme dessus; 6° teindre avec 4 kilog. son, 12 kilog. garance par une chaleur graduée, mais sans s'élever à l'ébullition, jusqu'à ce qu'on ait atteint la nuance voulue, en lavant aussitôt et avivant avez 8 kilog. savon. Le bain de garance peut encore servir pour le rouge foncé ou le brun.

Violet de garance. On dissout 20 kilog. couperose verte dans l'eau chaude, on y démêle peu à peu 6 kilog. Sucre de saturne (1/2 heure); on laisse refroidir, et on verse la liqueur claire dans un vase de bois. Si on ajoute à la liqueur 4 à 6 kilog. alun et 1 kilog. craie, on obtient le mordant violet qui donne une teinte rouge-violet; si c'est 1/2 kilog. couperose bleu et 1 kilog. sel commun, on obtient une nuance virant au bleuâtre. Ce mordant est chauffé jusqu'à ce qu'on ne puisse plus y tenir la main, et on y travaille dans une cuve en bois des poignées de 1 kilog. de fil, ou de 2 1/2 à 3 kilog. de tissus, qui tous deux ont été préalablement cuits avec de la soude: on fait sécher, on dégorge, et enfin on teint en garance, on avive, lave et sèche comme ci-dessus.

Lilas solide. On prend moins de garance, mais plus de savon, et on fait bouillir une demi-heure le bain savonneux.

Vert de quercitron solide. 1° On piète à l'indigo; 2° on mordance avec une solution de 3 kilog. alun, 300 gram. sel d'étain, 300 gram. craie (qu'on a agitée pendant un quart d'heure, et dont on emploie seulement la solution claire); 3° on teint avec 16 à 20 kilog. quercitron; 4° on avive à l'eau tiède, à laquelle on a ajouté un peu de solution d'indigo étendu ou de l'alun.

Vert au chromate de potasse solide. 1° On donne un pied d'indigo à la cuve à froid; 2° on mordance avec une solution de 8 kil., sucre de saturne (1 heure); 3° on tord, on sèche (1); 4° on passe dans une solution de 4 kilog. sel commun (1/2 heure); 5° on lave; 6° on teint avec une solution de 3 kilog. chromate de potasse (1/2 heure); 7° on avive dans un bain d'eau froide aiguisée d'une très-petite quantité d'acide chlorhydrique (1/4 d'heure).

Vert de chrôme au ferro-cyanate et chromate de potasse. 1° Mordancer dans une liqueur claire composée de 24 kilog. couperose bleue, 2 kilog. alun, 500 gram. soude cristallisée, 12 kilog. acétate de plomb, 500 gram. nitrate de plomb, qu'on etend d'eau jusqu'à ce qu'elle marque 1° de l'aréomètre de Baumé; 2° tordre, sécher; 3° passer par un bain d'eau de chaux; 4° teindre avec une solution de chromate de potasse; 5° passer dans un bain de 2 kilog. ferrocyanate de potasse, et 500 gram. acide chlorhydrique (1/2 heure); 6° tordre et sécher.

Bleu foncé demi-solide à l'indigo et au campêche. 1° Donner un pied d'indigo à la cuve à la soude; 2° teindre avec une decoction de 10 à 15 kilog. campêche (1/2 heure, bain très-chaud,

(1) Toutes les doses sont indiquées ici pour 50 kilogrammes de fils ou de tissus de coton et de laine, et pour 5 kilogrammes de soie.

(1) On peut faciliter cette opération en passant préalablement, pendant une demi-heure, les matières dans un bain d'eau chaude, et ki log. de son.

(1) Si au lieu de sucre de saturne on prend de l'acétate de plomb basique, il n'est pas nécessaire de faire sécher; seulement alors on laisse 6 à 8 heures dans la solution plombique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais non bouillant) ; 3° tordre ; 4° mordancer (1/2 heure) avec une dissolution de 2 kilog. alun, 1 kilog. vitriol blanc (dissous dans l'eau), 750 gram. sel d'étain étendu dans 750 gram. d'acide chlorhydrique ; 5° passer dans le bain 2 encore modérément chaud (1/2 heure), laver, sécher à l'ombre.

Autre recette plus économique, mais dont les résultats sont moins durables. 1° Pied d'indigo ; 2° débouilli avec une décoction de 1 kilog. campêche (1/2 heure), mais sans élever à l'ébullition ; 3° tordage ; 4° avivage avec 750 gram. sel d'étain étendu dans 750 gram. d'acide chlorhydrique (1/2 heure pas trop chaud), et dont la moitié est ajoutée au bain 2 dans lequel on travaille les fils ou tissus pendant une demi-heure à une température modérée. Si la nuance est suffisamment foncée, on lave, autrement on travaille de nouveau pendant 1/4 d'heure, en ajoutant l'autre moitié du mordant au sel d'étain.

Autre recette. Cette teinture résiste moins aux acides, mais on peut aisément la transformer en bleu noir. 1° Pied d'indigo ; 2° teinture en vert au sumac et à la couperose verte ; 3° mordançage avec 2 kilog. alun, 1 kilog. vitriol bleu (1/2 heure, après quoi on abandonne 6 à 8 heures) ; 4° dégorgeage, expression ; 5° teinture avec décoction de 8 kilog. campêche ; bain tiède.

Brun cachou (1). 1° Bain de sumac ; 2° teinture en brun clair ou foncé par la couperose verte ; 3° lavage ; 4° passage pendant 4 à 6 heures dans une décoction chaude de 10 kilog. cachou, 1 kilog. vitriol bleu, 250 gram. sel ammoniac ; 6° expression et passage par une solution de 1 kilog. chromate de potasse. Un bain tiède d'eau de chaux rend le brun plus vif. Un fond de fer plus coloré le rend plus foncé.

Teinture sur laines.

Rouge-brun solide de garance et campêche. On dissout dans de l'eau bouillante 3 kilog. alun, 1/2 kilog. tartre rouge, 250 gram. vitriol de cuivre, 500 gram. dissolution d'étain ; on y fait bouillir 1 1/2 heure les objets, on laisse refroidir et on lave au bout de 24 à 48 heures ; on teint dans un bain avec 12 kilog. garance inférieure pendant 3/4 d'heure par une température graduellement ascendante, et 1/4 d'heure d'ébullition, on enlève, laisse refroidir et plonge encore une fois dans le bain de garance, avec addition d'un peu de décoction de campêche, mais à une chaleur modérée.

Brun solide. On donne un pied de bleu barbeau à la cuve, et un débouilli de deux heures dans un bain de 3 kilog. alun et 2 kilog. tartre rouge ; on laisse refroidir les pièces 24 à 48 heures, et alors on teint avec 12 kilog. garance moyenne, 2 kilog. noix de galle (1/2 heure de bain chaud, 1/2 heure de bain bouillant) ; on enlève du bain, on laisse refroidir pour passer dans un bain chaud de 2 kilog. vitriol vert dissous. Avec plus de vitriol (4 kilog.), on obtient un brun noir ; pour la laine en toison, il faut 4 à 6 kilog. de garance en plus.

Autre recette (virant au jaune). On manipule comme ci-dessus, mais on se sert de 4 à 6 kilog. bois jaune, 250 gram. vitriol bleu, 3 kilog. alun, et 2 kilog. tartre.

Bronze solide. On prend une plus grande proportion de bois jaune (8 à 12 kilog.) et moins de garance, et au vitriol vert on ajoute un peu de vitriol bleu (250 à 300 gram.).

Vert olive solide. 1° On piète à la cuve ; 2° on fait bouillir avec 12 kilog. bois jaune, 750 gram. vitriol bleu, 4 kilog. alun, 1,5 kilog. tartre rouge (1/2 heure) ; 3° on laisse refroidir (42 heures) ; 4° on donne un bouillon avec 6 kilog. bois jaune, 2 kilog. garance moyenne, 750 gram. noix de galle (3/4 d'heure) ; 5° on laisse refroidir ; 6° second bouillon dans le bain 3, auquel on ajoute 750 gram. vitriol vert (1/2 heure) ; 7° troisième bouillon dans le même bain additionné de 1 kilog. du même vitriol.

Vert foncé solide. 1° On piète à la cuve ; 2° bouillon avec une décoction de 12 kilog. bois jaune, 375 gram. vitriol bleu, 4 kilog. alun, 1,5 kilog. tartre rouge, 60 gram. solution sulfurique d'indigo (3/4 d'heure) ; 3° on fait refroidir ; 4° deuxième bouillon dans le même bain 2 avec addition de 1,5 kilog. noix de galle (3/4 d'heure) ; 5° troisième bouillon dans la moitié du même bain, dont on remplace l'autre moitié avec de l'eau avec addition de 3 à 4 kilog. vitriol vert (8 minutes).

Vert acier solide. 1° On piète à la cuve ; 2° bouillon avec une décoction 4 kilog. bois jaune, 1,5 kilog. tartre rouge, 1,5 kilog. noix de galle ; 30

(1) Le cachou non falsifié se dissout dans 12 parties d'eau, et colore sans addition le coton en brun ; en brun plus foncé avec les alcalis, le sel ammoniac et l'eau de chaux ; en jaune-brun avec le vitriol vert ; en brun-olive avec le vitriol bleu ; en brun foncé avec le verdet ; en olive avec le nitrate de fer ; en brun saturé avec le chromate de potasse ; en brun vif avec l'acétate d'alumine. L'alun et le sel d'étain ne fournissent pas de belles nuances.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gram. solution sulfurique d'indigo (1/2 heure); 3° bouillon dans le bain 2 avec addition de 2 à 3 kilog. vitriol bleu (1/4 d'heure). Si la couleur devait virer au verdâtre, on ajouterait 125 à 250 gram. couperose bleu.

Bleu de potasse. On dissout peu à peu, et avec autant de lenteur que possible attendu que la dissolution n'en est pas meilleure, 2 kilog. de limaille de fer bien exempte de rouille, dans un mélange de 8 kilog. acide nitrique et 5 kilog. de vinaigre de vin. Cela fait, on prend 2 kilog. de cette solution ferrique dont on forme avec 250 gram. acide tartrique et 500 gram. acide sulfurique, un bain tiède dans lequel on amène les pièces à teindre dans une corbeille, et on les laisse 1/2 heure en élevant successivement la température du bain; on enlève, on refroidit, on ajoute au bain 2 kilog. de solution ferrique et on y travaille les pièces pendant 1/2 heure à une température croissante, et 1/2 heure au bouillon; on enlève, on abandonne 12 à 24 heures, puis on passe par un bain de 1,5 kilog. ferro-cyanate de potasse, 1 kilog. acide sulfurique (1/2 heure) par une température croissante. On refroidit, puis passe au même bain avec addition de la même quantité de ferro-cyanate de potasse et d'acide fumant de Nordhausen (1/2 heure), on donne un léger bouillon de 1/2 heure, on refroidit, on dégorge.

Bleu de potasse dans une seule cuve. On ajoute à la solution ferrique ci-dessus 1 kilog. acide tartrique, on travaille les pièces quelques heures dans ce bain pas trop chaud, on retire, refroidit, ajoute l'acide sulfurique et le ferro-cyanate de potasse dans les proportions indiquées précédemment, travaille les pièces quelques heures dans le bain qu'on élève successivement jusqu'à l'ebullition; ce bleu n'est point aussi vif que le précédent. Un bain de 250 gram. de sel ammoniac le fait arriver au rogeâtre.

3° *Teinture sur soie.*

Décreusage des vieilles soies qu'on veut teindre. On fait bouillir, 1° dans une solution faite par kilog. de soie de 120 gram. de soude cristalisée, 2° avec du savon.

Noir charbon. 1° Mordançage à la dissolution de nitrate de fer de 4° Baumé (1/2 heure); 2° lavage; 3° teinture avec décoction de 1250 gram. campêche et 500 gram. bois jaune (1/2 heure); 4° dégorgeage.

Gris. 1° Passage par une solution de 1 kilog. alun (6 à 8 heures); 2° lavage; 3° teinture dans un bain composé d'une décoction de campêche et un peu d'extrait d'indigo (1/4 d'heure).

Rose à la cochenille. 1° Mordancer avec 1 kilog. d'alun bien exempt de fer (6 à 8 heures); 2° laver; 3° teindre dans un bain tiède de 30 gram. de cochenille; 4° laver.

Rose au carthame. 8 gram. de carthamine sont broyés avec 24 gram. d'alun bien pur, on dissout le tout dans l'eau et on y passe la soie pendant 15 minutes, puis par un bain aiguisé avec du vinaigre. La carthamine s'obtient en dissolvant le carthame sur fils de coton qu'on en a teints par la soude ou la potasse, précipitant par l'acide citrique et faisant sécher dans des tasses de porcelaine.

Écarlate par la cochenille. 1° Mordancer à l'eau contenant 650 gram. de dissolution d'étain (1) (16 heures); 2° laver; 3° teindre dans une décoction de 100 gram. cochenille et 100 gram. de crême de tartre, bien chaude mais non bouillante; 4° laver.

Rose écarlate à la cochenille ou au fernambouc. 1° Mordancer avec l'acetate d'alumine de 6° P.; 2° tordre et sécher; 3° passer dans une décoction de 1kil.,500 son, 250 gram. craie, chaude mais non bouillante; 4° laver; 5° teindre avec 1kil.,500 de fernambouc et 250 gram. cochenille, bain chaud mais non bouillant. Une addition de 500 gram. de son donne plus de feu à la couleur mais la pâlit.

Carmélite foncé à la cochenille et au fernambouc. 1° Mordancer avec l'acétate d'alumine a 6° B., auquel on a ajouté 30 à 40 gram. de couperose bleue dissoute dans l'eau; tordre et sécher; 3° dégorger dans un bain de son et de craie; 4° teindre dans une decoction de 1kil.,150 gram. bois de Fernambouc, 375 gram. cochenille et 500 gram. son de froment (1 heure) chaude et non bouillante; 5° laver. Un bain d'esprit de sel ammoniac donne un ton bleuâtre.

Rouge foncé solide de garance. 1° Mordancer à l'acétate d'alumine de 5° B.; 2° exprimer, sécher et dégorger dans un bain de son et craie; 3° teindre avec 3 kilog. garance. 250 gram. sumac, 750 gram. son (1 1/2 heure); 4° aviver avec 1kil.,500 savon de Marseille, 1 kilog. son, 60 gram. dissolution d'étain (1/2 heure), bain chaud, mais non bouillant.

---

(1) Cette dissolution s'obtient en dissolvant 100 grammes d'étain dans 250 grammes d'acide nitrique et autant d'acide chlorhydrique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Brun solide de garance. 1° Mordancer avec un mélange d'acétate d'alumine et d'acétate de fer, par exemple 3 parties de l'un pour 2 parties de l'autre, chacun de 5° B ; 2° laver, sécher ; 3° teindre au bain de garance.

Violet solide de garance. Mordancer avec une décoction froide de 1kil.,500 couperose verte, 250 gram.: couperose bleue, 250 gram. sel commun, 125 gr. tartre cristallisé ; 2° tordre, sécher, dégorger au son et à la craie ; 3° teindre avec 3 kilog. garance et 750 gram. son (1 heure) presque à l'ebullition ; aviver au savon et un peu de son. Une addition d'acétate d'alumine au mordant donne un ton plus rouge.

Couleurs de mode ou de fantaisie, 1° Mordancer comme pour le violet à l'eau froide (1/4 d'heure) ; 2° exprimer, laver ; 3° teindre au bain tiède qui renferme une décoction de bois jaune pour le gris jaunâtre, de bablah pour le verdâtre, de noix de galle pour le gris foncé. Avec le cachou on fait virer au rougeâtre.

Bleu Raymond. 1° Mordancer au nitrate de fer de 1° à 2° B.; 2° laver ; 3° passer au bain de savon chaud; 4° laver ; 5° teindre au ferro-cyanate de potasse et un peu d'acide sulfurique ; 6° laver ; 7° aviver à l'eau froide et un peu d'esprit de sel ammoniac ; 8° laver.

Sur le rouge d'iode., sa préparation et son emploi dans la peinture.

Sous le nom d'écarlate (*scarlett*) les fabriques de couleurs anglaises ont été les premières à livrer en tablettes au commerce une couleur qu'on apprécie beaucoup dans la peinture à l'aquarelle. La nuance de cette couleur est moyenne entre celle du beau minium et celle du cinabre, et elle se distingue par un éclat et un feu extraordinaires : il est impossible au moyen du mélange des couleurs dont il vient d'être question de reproduire cet écarlate. La peinture à l'aquarelle, dans laquelle on s inquiète moins dans le choix des matières colorantes de la durée qu'elles peuvent avoir, en fait un usage très-étendu, tandis que dans la peinture à l'huile, où les artistes ont pris à cœur de voir leurs produits passer à la postérité, on recule devant son emploi et avec raison. Généralement on produit cette couleur ainsi qu'il suit.

On fait une dissolution avec 1 partie d'iodure de potassium et 10 parties d'eau chaude, et on dissout d'un autre côté du sublimé corrosif ; on ajoute de cette dernière dissolution à la première tant qu'il se forme un précipité. Ce précipité est au commencement à peu près entièrement blanc, mais il se change presque instantanément en écarlate ; on lave et on sèche.

D'après M. le docteur J.-F. Heller, de Vienne, on parvient à préparer un rouge d'iode beaucoup plus durable par le procédé suivant.

On triture de l'iodide de mercure cristallisé du commerce (tel par exemple qu'on le prépare en grand par la voie sèche et par sublimation dans la fabrique de produits chimiques de M. Brosche, à Prague), et on le fait dissoudre dans une solution bouillante de sel ammoniac composée avec 1 partie de sel et 1 1/2 partie d'eau. On introduit de l'iodide de mercure jusqu'à ce qu'en faisant bouillir quelques instants il ne s'en dissolve plus ; alors on verse la solution bouillante dans un verre et on laisse refroidir, au moyen de quoi l'iodide de mercure cristallise de nouveau. Il se dépose en effet sur toutes les parois du verre en très-beaux cristaux rouge pourpre, mais qui tombent au fond au moindre mouvement.

Il arrive quelquefois, au commencement, que les cristaux paraissent jaune pâle, mais cela dépend d'une propriété particulière de l'iodite de mercure (le dimorphisme), et bientôt après le refroidissement de la liqueur, ils ont repris une belle couleur rouge semblable à celle des cristaux qui apparaissent immédiatement sous cette teinte.

Quand la solution ammoniacale est trop concentrée, il arrive parfois aussi que le sel ammoniac cristallise et que ses cristaux blancs se mêlent avec les cristaux rouges. Cette circonstance ne présente rien de fâcheux, car en lavant avec de l'eau, on enlève les cristaux d'ammoniaque qui sont solubles, tandis que ceux d'iodide de mercure ne se dissolvent pas dans ce liquide.

Lorsque la liqueur est restée en repos pendant 6 à 7 heures, la masse des cristaux n'augmentant plus, on décante la liqueur surnageante, on lave les cristaux qui restent, on les détache du fond et des parois du verre avec une baguette en verre et on les fait sécher ; on ne les pulvérise pas, mais on les conserve entiers. La couleur de ces cristaux n'est pas le rouge-jaunâtre, comme celle de la poudre qu'on rencontre dans le commerce, mais plutôt le pourpre-violet ; on n'obtient le rouge pur du rouge d'iode en poudre qu'après en avoir trituré les cristaux. Il est d'autant plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pur, c'est-à-dire tirant moins sur le violet, qu'on a pulvérisé plus fin.

Les avantages qu'on attribue à ce mode de préparation sont, dit-on, les suivants :

1° L'iodide de mercure préparé par ce moyen a plus de consistance, les cristaux en sont plus durs, plus denses ; ils possèdent à la surface le poli d'un miroir, et n'éprouvent pas quand on les abandonne à eux-mêmes et qu'on les conserve, de décomposition spontanée, surtout si on les soustrait à l'action des rayons solaires.

2° Si on soumet au microscope la poussière qu'on a ainsi obtenue mécaniquement, les plus petits fragments sont encore de cristaux qui n'éprouvent plus, dit-on, quand on les applique à la peinture, la décomposition rapide du rouge d'iode du commerce.

3° La nuance de cette préparation est infiniment plus intense que celle du plus beau cinabre qui ne saurait la remplacer, cette dernière couleur s'éteignant et pâlissant bien plus vite dans les tableaux que le rouge d'iode préparé par cette méthode.

Comme le rouge d'iode a pris un rang distingué parmi les couleurs et est très-employé aujourd'hui, il n'est peut-être pas hors de propos ici de présenter quelques observations sur son application.

D'après des essais qui ont été faits avec un très-grand soin par les artistes de Berlin, il paraît démontré que la solidité de cette couleur préparée ainsi qu'il vient d'être dit, est plus grande, mais qu'elle ne résiste pas à l'action de la lumière solaire et du soleil, même à un certain degré, et par conséquent qu'on ne peut admettre l'assertion de M. Heller, qui affirme que le rouge ainsi préparé n'est pas susceptible d'éprouver une semblable décomposition. Pour faire ces essais de la manière la plus convenable, on a tracé sur du papier blanc avec la couleur broyée à la gomme des bandes ou raies larges et longues. Ces bandes, pour être comparées entre elles, présentaient toutes la même surface et ont été faites avec la même quantité de couleur ; c'est alors qu'on les a soumises à des conditions parfaitement identiques de lumière et de chaleur. Il y aurait beaucoup moins de sécurité et de délicatesse dans ces essais, si on broyait avec l'huile ou du vernis les couleurs qu'on voudrait éprouver, parce qu'alors on leur donnerait un véhicule qui par son épaisseur, la densité et le corps qu'il possède, les soustrairait efficacement aux influences extérieures, et par conséquent retarderait, ainsi qu'il est aisé de le prévoir, le résultat qu'on se propose d'obtenir.

Il n'est guère possible de trouver d'explication plausible de la cause pour laquelle le rouge d'iode préparé par la dissolution du sel sublimé dans l'ammoniaque posséderait plus de fixité, puisque les ingrédients qui le constituent, l'iode et le mercure, sont tous deux volatils, et d'après toutes les expériences sur les deux modes de préparation beaucoup plus dans leur combinaison mutuelle que le mercure seul. Dans un essai fait avec beaucoup de soin, et qui a été entrepris dans l'intérêt de l'art, on a pu se convaincre qu'il n'existait pas de différence bien sensible entre ces deux rouges sous le rapport de la solidité. On a tracé sur du papier blanc des bandes colorées avec des quantités de deux espèces de rouge d'iode exactement égales et broyées avec la même quantité de gomme arabique et d'eau, et on a appliqué ces deux bandes sur un mur où elles ont été exposées de la même manière à l'influence de l'air et de la lumière. On a remarqué qu'il y avait alors moins de changement propre dans les nuances, qu'une dissipation réelle de la couleur qui a fini par être enlevée tout entière, au point qu'au bout de quatorze semaines il était impossible d'apercevoir la moindre trace de coloration. Le rouge préparé à l'ammoniaque avec le sel sublimé s'était, il est vrai, maintenu un peu plus longtemps, mais il avait fini de même par disparaître.

Au reste, je dirai aussi, à cette occasion, que le cinabre qui est également une préparation de mercure, montre aussi une moindre fixité quand il est préparé par la voie humide que quand il l'a été par sublimation ; le premier brunit aussi bien plus tôt à la lumière du jour, propriété que ne présente pas le rouge d'iode qui prend seulement un léger ton violet.

Toutes les fois qu'il ne s'agira pas d'objets d'art, mais d'obtenir une couleur qui au bout d'un certain temps devra être renouvelée, alors on pourra avec avantage se servir du rouge d'iode surtout combiné à l'huile et au vernis, attendu qu'il conserve plus longtemps sa belle couleur que le cinabre ; relativement au dernier, nous citerons même un exemple concluant. Il y a quelque temps, le grand aigle du Brandbourg, qui décore la façade de l'hôtel de ce nom, sur le marché des Gendarmes, à Berlin, fut repeint à l'huile avec du rouge de cinabre ; d'abord, il brillait à tous les yeux d'un éclat magnifique, mais aujourd'hui cette peinture s'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

transformée en un brun foncé, sans éclat, et il est impossible de reconnaître qu'on a employé le cinabre à cette réparation. Neanmoins, quand on soustrait un peu plus cette couleur à l'action de l'air et de la lumière, ce changement, quand on l'applique avec l'huile, marche avec une plus grande lenteur ; je possède des papiers enduits de cinabre broyé à l'huile qui sont placés dans une chambre depuis quatre ans, et qui présentent entre eux peu de differences, quoiqu'on s'aperçoive qu'il y a eu un changement considérable quand on rapproche une peinture faite récemment de celle qui est déjà ancienne.

Sur l'épuration et la décoloration de l'huile de cotonnier.

P. M. J. Girardin, Professeur de chimie à l'École municipale de Rouen, membre correspondant de l'Institut (Académie des sciences), etc.

(*Extrait d'une lettre au rédacteur du* Technologiste.)

Monsieur,

Je viens de lire dans le numéro d'août du *Technologiste* un article de M. Adolphe Nativelle sur *l'épuration et la décoloration de l'huile de graine de cotonnier*. Comme je me suis occupé, il y a quatre ans, de l'extraction de cette huile, permettez-moi de vous indiquer ce que j'ai fait à cette époque et ce que j'ai consigné sur mon registre de laboratoire.

En 1839, un des forts négociants en savon de Rouen, feu Rampal, avait conçu le projet de faire venir de l'Amérique septentrionale toutes les graines de cotonnier qui sont perdues après le nettoyage du coton, afin d'en extraire de l'huile qu'il voulait appliquer à la fabrication des savons. Le duvet cotonneux qui enveloppe ces graines s'opposant en grande partie à la sortie de l'huile, même en employant une très-forte pression, et l'enlèvement de ce duvet à la main étant inexécutable ou au moins trop dispendieux, Rampal vint me prier de lui donner un moyen de nettoyer commodément et économiquement ces graines. Il me laissa 2 kilog. de semence, et je me mis à l'œuvre. Ceci se passait au mois d'août 1839. Voici les résultats de mes essais.

J'essayai le grillage ou la torréfaction, mais sans aucun succès, car la graine est bien plus tôt attaquée et détruite que le duvet cotonneux.

L'ébullition avec l'acide sulfurique faible ne me réussit pas mieux, car elle ne fait que diminuer la force du duvet, mais ne le détruit pas.

Le seul procédé qui me donna d'excellents résultats, et auquel je m'arrêtai, consiste dans l'immersion des graines de cotonnier, pendant quelques instants, dans l'acide sulfurique concentré. Si l'on agite, pendant cinq minutes, deux parties de semences avec une partie d'acide sulfurique à 66°, tout le duvet, presque entièrement formé de cellulose, se transforme en dextrine, et si l'on étend de beaucoup d'eau, la matière gommeuse procréée se dissout et laisse les semences nettes et purgées de duvet. Il ne reste plus qu'à les laver à plusieurs reprises pour enlever tout l'acide, et à faire sécher *parfaitement*. Cette dernière condition est indispensable, car autrement les semences écrasées, retenant de l'eau interposée, produisent une pâte moins facile à presser et qui donne beaucoup moins d'huile que la farine des graines bien sèches. Au reste, l'acide sulfurique n'altère point les semences ; les coques ne sont nullement endommagées, et l'huile qu'on en retire n'est point acide, ni plus colorée que celle extraite des semences épluchées à la main. Dans les deux cas, l'huile est colorée en brun-verdâtre.

N'ayant à ma disposition que des moyens très-imparfaits de pression, je n'ai pu déterminer exactement le rendement de l'huile.

J'ai soumis les graines revêtues de leur duvet à l'action de l'eau bouillante, après les avoir pilées dans un mortier. Les écumes recueillies, puis séparées de l'eau par l'emploi d'une douce chaleur, m'ont fourni une huile beaucoup plus colorée que celle obtenue par pression à froid. Elle était d'un brun très-foncé. Dix grammes de semences, privées de leur duvet et décortiquées, ont été réduits en poudre fine et traités par l'éther hydratique, qui s'est coloré, d'abord en brun fonce, puis en un beau vert jusqu'à la fin de l'opération. On n'a cessé le traitement par l'éther qu'après l'épuisement total de la graine. Toutes les liqueurs éthérées ont été évaporées dans une capsule tarée à l'avance ; elles ont laissé un résidu de 4 gr. 10, ou de 41 p. 100, composé d'huile colorée en brun-verdâtre. C'est le chiffre exact de la proportion d'huile contenue dans les graines du cotonnier.

Je n'ai pu pousser plus loin mes expériences, faute de graines. Depuis, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps m'a manqué pour les reprendre et faire l'étude chimique de l'huile de cotonnier.

M. Nativelle propose pour l'épuration et la décoloration immédiate de cette huile brute un procédé qu'il donne comme nouveau; c'est l'agitation de l'huile avec une petite quantité de lessive caustique. Ce procédé est excellent, et convient à l'épuration de quelques autres espèces d'huile. La seule remarque que je ferai, c'est que ce procédé n'appartient pas à M. Nativelle. M. Preisser et moi l'avons indiqué dès 1841 dans notre *Mémoire sur l'épuration et la désinfection des huiles de poisson*, mémoire qui est imprimé dans le *Précis analytique des travaux de l'Académie de Rouen pour* 1841, p. 100, et qui a été reproduit par extrait dans le 39e numéro du *Technologiste* (décembre 1842, p. 116).

De la ventilation des becs à gaz.

Par le professeur M. M. Faraday.

Le but qu'on se propose par la ventilation des becs d'éclairage est d'enlever complétement les produits de la combustion. A cet effet je propose un système dans lequel tous les becs de gaz d'un même lieu peuvent être ventilés par un tube placé dans leur cheminée en verre et où tous ces tubes se rendent dans un tuyau ou canal central par lequel tout l'air brûlé est enlevé de l'intérieur des appartements. Lors de mes premières expériences, j'ai fait aussi beaucoup de tentatives pour arriver à une disposition des tuyaux propre à faciliter l'évacuation de l'eau produite dans le cas par exemple où ces tuyaux ont beaucoup de longueur; mais sans entrer ici dans des détails je me contenterai de dire que le principal but de la ventilation a été parfaitement atteint.

On peut vérifier l'utilité d'une telle disposition par une expérience bien simple qui démontre la différence qui existe lorsqu'on laisse les produits de la combustion se mélanger à l'atmosphère des appartements ou quand on les évacue aussitôt après leur formation. On place un bout de bougie allumée sur une assiette; on recouvre d'une cloche dont l'extrémité supérieure est fermée par un bouchon conique à travers lequel on fait passer un tube de verre de 12 millimètres de diamètre et de 30 à 35 centimètres de longueur, lequel tube descend jusque sur la pointe de la flamme de la bougie et immédiatement au-dessus d'elle. Il pénètre alors assez d'air dans la cloche, entre son bord et l'assiette, et le tube offre un diamètre suffisant pour qu'il y ait l'air nécessaire à la combustion et que l'atmosphère dans la cloche reste pure. Il en résulte donc que la combustion dans ce système continue d'avoir lieu et que l'intérieur de la cloche reste pur et transparent. Si on déplace tant soit peu le bouchon de façon que le tube ne soit plus immédiatement au-dessus de la flamme, alors tous les phénomènes dont il vient d'être question cessent d'avoir lieu, la lumière transmet actuellement les produits de sa combustion à l'air renfermé dans la cloche, le verre devient trouble par suite de l'eau qui se condense sur ses parois; l'air se vicie de plus en plus, la lumière pâlit et enfin s'éteint au bout de quelques minutes. Si on remet les choses dans leur précédent état, c'est-à-dire si on replace le tube immédiatement sur la flamme, on voit celle-ci reprendre de la vivacité, l'air de la cloche acquiert de la transparence, au bout de quelque temps la rosée qui tapissait ses parois disparaît et le tout par l'effet seul d'une bonne ventilation. Ces phénomènes déjà très-remarquables, le deviennent encore davantage quand on songe à la différence qui existe dans une chambre, qu'on chauffe au moyen d'une cheminée et une chambre où l'on ferait le feu au milieu.

Une bonne disposition pour le coup d'œil est celle dans laquelle, après m'être assuré que le tirage était suffisant, le tube d'évacuation au lieu de s'élever droit au-dessus du bec, s'infléchit en haut de la cheminée de verre et est ramené en contre bas jusque sur la galerie qu'il traverse; puis de là se dirige vers la partie moyenne du tuyau d'alimentation, ou bien, s'il s'agit d'une seule lumière, vers les parois de la chambre ou le mur.

A cette forme j'en ai fait succéder une autre très-élégante, où la ventilation des becs paraît être parfaite. Dans cette forme, le tirage s'opère toujours par en bas, le bec de gaz avec sa cheminée est établi comme à l'ordinaire, mais la galerie est construite de telle façon, qu'indépendamment de la cheminée, elle porte encore un autre cylindre en verre extérieur plus élevé et d'un diamètre plus grand que celle-ci. Cette galerie est percée d'une ouverture qui au moyen d'une pièce de communication débouche dans un tube en métal qui sert de canal d'évacuation, et qu'on dirige ainsi qu'on le verra dans les figures ci-après destinées à bien faire saisir cette disposition.

Dans la fig. 7 pl. 52, *a* est le bec à gaz

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b, le tuyau qui amène le gaz à ce bec, *c* la galerie percée d'une ouverture qui débouche dans la pièce de communication *d* qu'on a placée sur le tube de tirage *i* ; *e* est la cheminée ordinaire en verre, *f* un cylindre extérieur aussi en verre qui est fermé par le haut avec une feuille de mica *g* ou mieux avec deux feuilles dont l'une supérieure repose sur le verre et l'autre *h* est disposée un peu plus bas à l'intérieur. Ces deux plaques sont unies entre elles par une vis à écrou qui les tient à distance, et elles constituent ainsi un bouchon qui ne peut tomber sur la cheminée en verre, à cause de l'anneau en métal dont il est entouré, mais qui peut aisément être enlevé ; *i* est le canal d'évacuation, *k* un globe en verre dépoli qu'on peut placer sur le bec, et qui n'a d'autre ouverture que celle inférieure au moyen de laquelle il repose sur la galerie, et auquel on peut donner diverses formes, par exemple, celle d'un vase.

La fig. 8 est le plan de la galerie ; on y voit le bec *a* au milieu et entouré d'ouvertures par lesquelles s'opère le tirage de l'air pour l'alimentation de la flamme, ainsi que de l'ouverture *d* qui débouche dans la pièce qui sert à communiquer avec le canal d'évacuation *i*.

L'air brûlé et les produits de la combustion prennent la route indiquée par les flèches et sont entraînés entièrement au dehors par le canal d'évacuation, tandis que dans une lampe ordinaire les produits de la combustion s'élèvent au-dessus de la cheminée en colonne et vont vicier l'air de la chambre. Dans la disposition qui vient d'être décrite, toute la suie, l'eau, l'acide carbonique, les acides sulfureux et sulfuriques, et une partie de la chaleur, sont emportés par le canal d'évacuation, d'où on peut les jeter dans une cheminée ou dans l'air extérieur, de façon que l'air de la pièce reste aussi pur que s'il n'y avait pas de lumière artificielle.

Un phénomène digne d'intérêt et fort remarquable, c'est dans ces becs ainsi clos, l'augmentation de la lumière produite, augmentation qui s'élève de 10 à 12 p. 0/0 pour une même consommation de gaz. Si, lorsque le gaz brûle à l'ordinaire, on diminue le courant dans la cheminée, la flamme monte et donne plus de lumière, mais cette lumière n'est plus aussi blanche, elle est colorée en rouge. La combustion n'est plus aussi intense parce que le tirage est arrêté ; les particules de carbone que le gaz abandonne ne brûlent plus avec la même vivacité, mais il y en a dans le même temps un plus grand nombre en état de combustion parce qu'elles brûlent plus lentement, et c'est ce qui donne lieu à une augmentation de lumière.

Les avantages des dispositions précédentes sont nombreux. Sous le point de vue architectonique, il n'y a rien à leur reprocher ; la ventilation est parfaite, la chaleur qui se répand dans la pièce est modérée et agréable et peut être au besoin maintenue ou diminuée. La quantité de lumière obtenue d'un volume donné de gaz est, sous le rapport éclairant, beaucoup plus considérable, et de plus on est assuré contre les accidents, car dans le cas où les tuyaux présenteraient une fuite, ou dans celui où par oubli ou négligence on aurait laissé un robinet ouvert, alors le gaz au lieu de se répandre dans la pièce et de former avec l'air un mélange explosif, est évacué par le canal en métal qui emporte les produits de la combustion.

Note sur une expérience d'éclairage au moyen de la pile galvanique de M. Bunsen.

Par M. P.-M. DALMONT, architecte.

Une expérience curieuse pour la science et l'industrie vient d'avoir lieu sur la place de la Concorde.

Sur l'un des pavillons portant les statues qui ornent cette place, sur celui de Lille, on a placé, sur les genoux de la statue, une planchette supportant un globe de verre de forme ovoïde, renfermant un appareil de Davy consistant en des tiges de cuivre armées de charbons aiguisés à leur extrémité et formant un cône ; ces tiges devaient, après que le vide aurait été opéré sous le globe au moyen de la machine pneumatique, projeter un jet de lumière lorsque leurs extrémités seraient mises en communication avec les deux pôles d'une pile galvanique placée dans l'intérieur du pavillon. Cette pile, conforme à celle qu'a fait connaître M. Bunsen, avait été établie par MM. Deleuil, opticien, et Archereau, qui devaient expérimenter eux-mêmes.

La pile galvanique qui devait produire le courant constant était disposée sur une table et composée de deux cents éléments ou couples, suivant le système de M. Bunsen de Marbourg (1). La communication entre chaque élément était établie sur une même

(1) Voir sur cette pile *le Technologiste*, t. III, p. 545 ; et à la page 28 de ce volume.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ligne, depuis le premier élément jusqu'au dernier de cette ligne de haut en bas, puis, se rattachant à la ligne suivante, remontait de bas en haut, et ainsi de suite jusqu'au dernier élément. Comme l'indique M. Bunsen, le cylindre de zinc était réuni avec le cylindre de charbon au moyen d'une patte courbée en zinc pour celui de ce métal, allant rejoindre une autre patte aussi courbée en cuivre, fixée sur un cercle de même métal entourant le cylindre de charbon, et maintenues l'une sur l'autre au moyen d'une vis de pression. Les deux derniers éléments terminant la pile portaient des tiges auxquelles se fixaient les fils en métal qui, sortant tous deux par la croisée, allaient rejoindre les extrémités des tiges de cuivre armées des charbons coniques placés sous le verre fixé sur la planchette arrêtée sur les genoux de la statue.

Vendredi soir, 19 octobre, à 9 heures, la pile ayant été mise en action et produisant le courant constant nécessaire pour cette opération, l'on a éteint tous les becs de gaz de la moitié de la place, au nombre de 50 dans le sens de la longueur, la place contenant 100 becs, de telle sorte que du milieu de la place, partant de l'Obélisque jusqu'au jardin des Tuileries, il régnait une obscurité complète.

Le vide ayant été opéré sous le globe, qui portait $0^{m},300$ de diamètre, l'on a vu de suite apparaître, à $6^{m},00$ au-dessus du sol environ, un jet de lumière effaçant de beaucoup celle du gaz et donnant à la flamme de ce dernier la couleur de celle d'une mauvaise lampe. Cet éclairage, d'une couleur blafarde comme celle de la lune, projetait des rayons qui ne fatiguaient nullement la vue. Au moyen de réflecteurs, dont l'un avait $0^{m},250$ de diamètre, et l'autre $0^{m},720$, on a envoyé dans des directions différentes des projections lumineuses qui se sont étendues jusqu'au Garde-Meuble de la couronne, la base de l'Obélisque, la grille du jardin des Tuilleries, et assez fortes pour que l'on pût distinguer facilement ces objets comme par un clair de lune; nous avons pu lire très-facilement à l'aide de ce rayon lumineux à $150^{m},00$ de distance; cette expérience a duré une heure. L'appareil aurait pu donner, nous a-t-on assuré, une lumière aussi intense pendant 6 heures.

Déjà, M. Regnault, dans la séance de l'Académie des Sciences du 27 février dernier, avait présenté de la part de M. Reizet des observations, sur la compodition de la pile de M. Bunsen, en même temps les expériences que ce savant avait tentées sur l'éclairage par son emploi.

M. Bunsen avait fait un essai sur une batterie de 48 couples, et le résultat de ses expériences l'avait amené à obtenir par l'éloignement des pointes des charbons un jet de lumière de $0^{m},007$ de longueur, dont l'intensité avait été au moyen d'un appareil de son invention comparée à celle que produiraient 572 bougies stéariques ou 63 becs de gaz. Le courant employé pour cet effet avait une intensité absolue de 52,52, la dépense pour entretenir cette lumière pendant une heure était pour une lumière égale à celle du gaz $0^{kil.},300$ acide sulfurique $0^{kil.},466$ acide nitrique (d'une densité de 0,306) $0^{kil.},608$.

Suivant ces calculs, dont nous laissons toute la responsabilité à ce savant, le bec de gaz n'éclairant qu'à 10 mètres de distance, la pile dont il est ici question a dû produire une lumière égale à celle de 225 becs de gaz réunis en faisceau, ou bien 2025 bougies stéariques. Quant à la dépense, selon quelques assertions, dont nous ne garantissons pas non plus l'exactitude, la dépense aurait été pour cette durée de l'expérience, tant zinc, acide, charbon sous le globe et le vide à opérer, de 10 fr. 50 cent.

Mais, comme l'a fort bien remarqué M. Becquerel (1), qui a adressé quelques observations sur la communication de M. Reizet, et afin d'éclairer les expérimentateurs qui seraient tentés de suivre les traces de MM. Deleuil et Archereau, il y a dans l'emploi de la pile de M. Bunsen deux inconvénients graves. L'acide nitrique étant décomposé en quantités d'autant plus grandes que l'action est plus vive, il y a un dégagement de gaz nitreux qui finit par incommoder les ouvriers lorsqu'ils se trouvent dans un espace étroit, et qui attaque tous les corps métalliques. Il arrive aussi un moment où le courant cessant d'être constant, l'appareil ne peut plus produire un jet de lumière d'une égale force, et bien plus dans un temps donné cette lumière doit cesser tout à coup. Cette interruption du courant constant provient des effets d'endosmose qui ont lieu entre les deux liquides, par l'intermédiaire du diaphragme en terre poreuse, et par suite desquels les liquides venant à se mélanger, il arrive un point où le courant cesse d'être constant.

Il aurait été à souhaiter pour la science que MM. Deleuil et Archereau eussent dirigé leurs essais sur les moyens indi-

(1) Voir *le Technologiste*, t. III, p. 350.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qués par M. Becquerel pour empêcher le mélange des deux liquides, et qui selon la déclaration de ce savant ne nuisent pas à l'intensité du courant; ils auraient peut-être pu obtenir une durée de lumière plus longue que celle que n'a pu leur donner la pile de M. Bunsen ; cependant, il ne faut pas moins leur savoir gré d'avoir fait un essai sur une échelle aussi grande, et d'avoir par cet essai public appelé l'attention sur une application de la science qui offre un si grand intérêt, en même temps qu'ils ont fixé les idées sur l'emploi que l'on pourrait faire d'une machine électro-magnétique pour un éclairage fixe.

Explication des fig. 12 et 13, pl. 52. A, table sur laquelle étaient les couples; B, ces couples ; *c*,*c*, fils allant rejoindre la branche de cuivre sur les genoux de la statue; D, fenêtre par laquelle sont sortis ces fils. Fig. 13 ; E, ballon de verre de forme ovoïde où les charbons lumineux étaient placés en regard.

Notice sur un nouveau moyen de clichage lithotypographique obtenu à l'aide du dessin ou du transport sur la pierre lithographique.

On sait que Senefelder fut amené à l'invention de la lithographie, parce qu'il voulait graver et imprimer lui-même ses œuvres dramatiques, dont aucun éditeur ne voulait se charger.

Il dessinait, avec un fond corrosif sur cuivre les caractères, imitant ceux de l'imprimerie; il faisait mordre peu à peu à l'eau forte, et obtenait ainsi péniblement et chèrement un relief. Mais arrivé aux corrections, il fallait repolir le cuivre, ce qui usa son temps, son peu d'argent et toute sa patience. Il substitua la pierre au cuivre, et dès le premier coup il y trouva de grands avantages.

Les pierres ne coûtaient rien. On y traçait avec facilité les caractères; le travail était visible, l'opération d'enlever les blancs à l'eau forte se fit plus promptement, il obtint un dixième de ligne de relief à peu de frais ; mais il rencontra de si nombreux obstacles à l'impression, qu'il dut renoncer à ce genre d'impression, après avoir manqué de se tuer.

Il faut lire la naïve relation de ces nombreux essais dans son ouvrage publié en 1817 à Munich, chez Thielmann et dont ma traduction abrégée a été publiée à Paris en 1819.

Senefelder cependant ne renonça pas à la pierre, et dès qu'il eut trouvé que la gomme arabique avait la propriété d'empêcher la pierre calcaire de prendre le noir d'impression, l'invention fut consommée. Cependant, qu'on le remarque bien, le changement était peu important, on employait toujours de l'eau-forte pour donner un peu de relief aux traits, afin de les arrêter; puis venait la préparation à la gomme arabique, dont l'action sur la pierre est encore un problème non résolu, malgré la théorie de G. Engelman. Avec beaucoup de relief, l'impression est purement mécanique. En mouillant la pierre avant de l'encrer, le procédé devient chimique. Aussi l'inventeur l'a-t-il nommée impression chimique, *chemische druckerey*. L'origine de la lithographie était donc le relief obtenu sur pierre par l'apposition des corps gras et des acides.

Suivons Senefelder dans sa description sur la manière d'imiter la gravure à l'eau-forte.

En couvrant la pierre d'un vernis semblable à celui des graveurs, en enlevant le dessin à l'aide de pointes, échoppes, grattoirs, burins, diamants, etc., creusant ensuite à l'eau-forte les traits découverts, on peut obtenir deux effets tout à fait opposés.

Un tirage à l'instar de la taille-douce, en faisant pénétrer l'encre dans les parties creusées, ou le renversement total du dessin, en conservant en blanc les traits creusés, ne réservant seulement que le fond qui se trouve former le relief. (Voyez l'ouvrage de Senefelder, chapitre Gravures à l'eau-forte, et le *Journal du lithographe*, N° 27, chez Desportes, qui contient un spécimen.) Le tout dépend du plus ou moins de relief qu'on donnera au fond.

M. Duplat prit, en 1810, un brevet de 15 ans pour cette méthode employée par Senefelder avec succès dès 1797.

En 1823, un imprimeur lithographe de Paris se pourvut aussi d'un brevet pour l'impression à sec sur pierre.

Ce procédé n'était autre chose que beaucoup de relief, de façon à éviter le mouillage.

La société d'encouragement décerna à M. Girardet, en 1832, un prix de 2000 francs pour avoir réuni la lithographie à la typographie. Son procedé était encore le relief sur pierre, et il a fait de nombreuses pages d'écritures en ce genre ; il a fait tirer des pierres dans les presses typographiques ; il a gravé des rouleaux en pierre pour les fabriques d'indiennes de Jouy. Cet artiste continue toujours ses travaux.

Kuhn, Rondoff, Sackse, Hahn, etc., ont également fait des travaux dans ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

genre ; mais aucun d'eux n'a obtenu des résultats satisfaisants.

Nous allons examiner les causes qui jusqu'à ce jour se sont opposées à la réussite de ce procédé.

1° Les dessins en relief ne s'encrent pas facilement avec les rouleaux couverts de peau, la couture fait marque.

2° Les tampons dont on faisait usage dans l'imprimerie typographique encrent encore moins bien ; ils distribuent mal l'encre sur la pierre. (On sait qu'elle a une plus grande adherence pour les corps gras que le métal.)

3° Les presses de la lithographie ne sont pas propres au tirage des pierres en relief ; le râteau s'enfonce et fait baver, épater ; il écrase le dessin.

4° Les pierres sont rarement bien dressées, et la moindre inégalité se fait sentir.

La pierre qui n'est pas mathematiquement dressée ne reçoit pas le transport avec égalité, l'acidulation ronge inégalement, l'encrage se fait inégalement, et le tirage, par cette même raison, ne produit pas un bon résultat.

5° Les pierres sont rarement d'une pâte homogène et d'une nuance uniforme ; l'acide ronge alors inegalement en attaquant avec plus de force les parties tendres.

Malgré l'échec de ses prédécesseurs, M. Louis Tissier a repris, depuis douze annees, ce procédé si souvent abandonné ; aujourd'hui, il a surpassé ses devanciers en mettant plus de soins dans ses dessins, plus de perfection dans son acidulation, en faisant clicher sur les pierres et tirer des épreuves de ces clichés ; il a pu se servir des presses typographiques et obtenir de meilleurs résultats. Un cahier de spécimens a été répandu dans le public en 1840, le tirage était fait par Lacrampe. Avouons aussi que les progrès notables apportés dans l'art de la typographie, dans les encres, les rouleaux en gélatine, et surtout le goût prédominant d'éditer des ouvrages illustrés, lui seront peut-être favorables.

Espérons qu'il sera plus heureux que ses prédécesseurs et qu'il verra des applications multipliées et variées par la réunion de ces deux branches (la litho et la typographie) (1).

Nous allons donner la description de la méthode de faire des vignettes sur pierres telles que nous les concevons, telle que nous l'avons trouvée dans plusieurs documents, telle que nous l'avons pratiquée nous-mêmes, espérant rendre un service signalé à l'art, et surtout à ceux qui sont loin de la capitale.

On sait que souvent les meilleures inventions échouent lorsqu'il s'agit de les étendre sur une vaste échelle ; il est donc important de supposer de suite l'application de ce procédé à un grand ouvrage illustré, tel que le Don Quichotte de M. Viardot que Tony Johannot a illustré par 6 ou 700 jolis dessins de toute grandeur depuis 2 centimètres jusqu'à 30.

Si nous voulions nous servir du nouveau procédé ou plutôt de l'ancien procédé renouvelé, nous nous y prendrions de la manière suivante :

Nous enverrions 25 à 30 grandes pierres chez l'artiste, le priant de vouloir bien, au lieu de se servir de la mine de plomb, graver à la pointe ou dessiner à l'encre lithographique les 700 dessins sur ces pierres.

Cela nous coûterait un peu plus cher il est vrai, car la pointe et la plume ne se manient pas aussi facilement que le crayon, mais nous aurions 30 pierres dessinées par Johannot ; cela vaut son prix.

On ferait tirer des épreuves d'essais de ces pierres, et, après les corrections faites, cette première opération se trouverait consommée.

La seconde consiste à se procurer les 700 pierres de toutes les dimensions et pour cela il faut absolument opérer de la manière suivante : on achète un bon nombre de pierres grises, sans défaut, d'une pâte homogène, on les fait dresser rue Paradis 28, chez MM. Wialard et Cie, par la machine destinée primitivement pour le timbre, construite par l'ingénieur Neuber. Ces pierres ne doivent pas avoir plus d'épaisseur que les caractères mobiles compris les blocs. On est ordinairement obligé de les scier de hauteur ou même moins si on veut les enchâsser dans du plomb ou dans du gypse solidifié par l'addition d'une partie de vernis siccatif, ce qui l'empêche de céder sous l'action de la presse. On peut encore les mouler dans un mélange de soufre et d'argile pilée, composition dont se servent les mouleurs. On les scie ensuite de la dimension voulue en se servant d'une petite machine inventée encore par M. Neuber, 14, rue Ste-Avoie.

Ces 700 pierres remplacent ici les bois et les clichés, et une fois le dessin dessus le tirage est inépuisable.

On pourrait faire dessiner directement sur ces pierres par l'artiste, mais nous

(1) Cet article était déjà écrit lorsque j'ai eu connaissance d'une nouvelle brochure publiée par M. Tissier. Ma réponse sur ce qui me concerne se trouve dans *le Recueil encyclopédique* de ce mois ; on la publiera prochainement dans *le Technologiste*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'avons déjà dit, il faut une grande habitude, ensuite s'il fallait recommencer quelquefois des pierres manquées, il y aurait contrariété et augmentation de frais.

On pourrait faire décalquer et copier ces dessins à l'encre chimique, ce serait là le moyen le plus positif, car en dressant des jeunes gens à cette besogne, on leur fait renforcer les traits parce qu'en acidulant le dessin perd : mais en bonne conscience, on ne peut pas donner la copie d'une main servile pour l'œuvre originale de l'artiste. Il y aurait encore l'inconvénient de ne pouvoir céder des épreuves originales, puis celui de s'écarter chaque fois davantage de l'original, quand il s'agirait de recommencer une copie. Nous engageons donc à tirer des épreuves sur papier de Chine avec une encre grasse dont on trouvera la recette sous le n° 1 à la fin de cet article, de couper les dessins juste de grandeur et de les mettre entre des feuilles humides, puis de les décalquer à la roulette (couverte de drap) sur la pierre. On commence très-doucement puis on appuie peu à peu davantage ; quand le dessin colle bien sur la pierre, on enlève les maculatures, on pose un morceau de papier sans colle, fin, humide, sur l'épreuve en Chine, puis par-dessus, deux autres morceaux secs ; on continue à passer la roulette et après avoir mouillé le papier de Chine on l'enlève et le dessin sera complétement transporté. Après une heure on lave l'épreuve à l'eau dure, on retouche s'il y a lieu, puis on la laisse sécher pendant une journée dans un endroit chaud, on y passe ensuite une faible dissolution de gomme arabique qu'on enlève à l'eau après dix minutes, puis on double l'encre transportée par l'encrage en se servant du mélange n° 2.

On laisse encore sécher cette encre pendant quelques heures, ensuite on pose la pierre sur des tasseaux en bois dans une caisse en plomb et on y verse de l'eau acidulée par l'eau forte marquant 3,4 à 5 degrés environ.

L'acidulation peut continuer 2 ou 3 minutes sans s'arrêter : le relief que reçoit le dessin sera suffisant pour les parties fines.

Si toute l'opération a été bien faite, si dès le principe le dessin était bien transporté, rebouché, encré, que l'encre soit bien faite, que la pierre ne soit pas trop tendre et qu'aucun accident ne soit venu contrarier la marche indiquée, on devra réussir complétement, surtout après quelques essais.

Lorsque la pierre n'aura pas assez de relief pour pouvoir être encrée sans l'humecter, et trop pour l'être par la voie humide, le second encrage devient ici l'écueil de ce procédé, car on gâte fort souvent ce qui a été fait faute de savoir faire convenablement ce second ouvrage.

Il faut d'abord examiner si la pierre a assez de relief, si non, on y passe encore une légère préparation de gomme, et après l'avoir enlevée à l'eau, on garnit le rouleau d'encre fraîche en y mêlant un peu plus de vernis moyen.

Lorsqu'on voit que le vernis ne prend pas sur le faible relief, on passe de la gomme coloriée sur la pierre; quand elle est sèche, on frotte avec un petit morceau de pierre ponce, dure, plane et huilée sur le relief. La gomme s'en va, le dessin devient visible ; alors on peut y passer le rouleau sans enlever la gomme, car en repassant la planche à l'acide elle s'en va.

La cire, la poix de Bourgogne, le beurre, le suif, etc.. rien ne colle ni ne se fixe là où se trouve de l'humidité ; et à moins d'avoir amalgamé l'encre grasse avec de l'huile cuite, on ne la fixerait pas sur les parties en relief.

Ce n'est pas non plus en frottant et en appuyant fortement le rouleau que l'on garnit la pierre, bien au contraire, il faut tâcher de n'appuyer que très-faiblement et sur le sommet des traits.

Les rouleaux en gélatine sont ici d'un grand service, en ce qu'ils rendent mieux l'encre que ceux en peau, et que la couture ne vient ni enlever ni marquer.

Aussitôt qu'on sera parvenu à encrer pour la seconde fois la pierre, on couvrira avec un pinceau les parties fines du dessin, de façon à les boucher complétement avec une masse d'encre grasse; ensuite on augmentera la dose d'acide de 2 à 3 degrés, etc., on fera mordre également 2 à 3 minutes tenant toujours l'eau agitée comme aussi la première fois.

On recommence une troisième fois à charger le dessin à l'encre grasse, à couvrir le second plan du dessin comme font les graveurs à l'eau forte, puis on acidule encore les masses larges et le tour de la pierre, et on obtient de cette façon à peu près 2 millimètres de relief, ce qui est suffisant pour l'encrage à la main. S'il y avait quelques grands blancs, on pourrait les enlever à l'échoppe ou au grattoir.

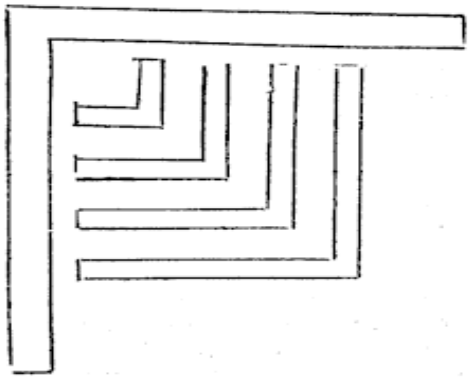
S'il arrivait que les pierres, saturées par l'acide, ne bouillonnassent plus, que l'acide n'agît plus sur elles, on les baignera pendant quelque temps dans de l'eau distillée, de l'eau alcaline, ou de l'eau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans laquelle on aura mis le quart de lait. Après cette opération, on les réacidule comme auparavant.

Nous l'avons déjà dit, on pourra enchâsser ces pierres, soit dans le plâtre ou gypse solidifié, soit dans le plomb, soit dans de l'argile, l'expérience et le nombre du tirage serviront de guide ici. Cependant, la première opération est plus simple et à meilleur marché.

On se sert d'une équerre de l'épaisseur voulue (voy. la fig. ci-contre) ; on



pose la pierre sur un marbre bien uni, ne laissant que l'intervalle suffisant pour faire prendre le gypse à l'entour, fixant la petite équerre dans l'angle de la grande avec de la cire, puis on prépare le gypse dans lequel on verse un peu de vernis moyen avant qu'il tende à prendre. Le gypse séchera plus lentement, mais il sera moins aigre, moins cassant.

Pour fondre dans du plomb, il faut préparer un moule en plâtre, cela double l'opération.

Nous l'avons déjà dit, le tirage se fait non-seulement mieux sur ces clichés en pierre, mais ils sont inépuisables puisque les déliés les plus fins résistent à l'action de la presse.

Nous ne parlons pas ici du prix de revient, cela regarde l'éditeur, il s'en rendra compe aisément après un simple essai ; nous avons voulu signaler l'application de ce procédé à la typographie, ici notre tâche s'arrête.

La composition de l'encre grasse n° 1 est un mélange de parties égales de cire jaune, saindoux et gomme laque. On y mêle, au moment de s'en servir seulement, la quantité de vernis nécessaire suivant le genre du dessin et la température.

Le n° 2 est encore le même mélange, mais après l'avoir fondu on y ajoute 1/4 de cire vierge, puis 1/4 de colophane épurée : pour pouvoir s'en servir on est encore obligé d'y mêler du vernis ainsi que cela a été expliqué.

Ces encres doivent être passées à travers un linge avant de les conserver.

Les pierres gravées ou acidulées en relief se conservent très-bien, on les nettoie à l'essence et à la potasse.

E. KNECHT.

Sur la conservation des objets d'histoire naturelle.

Par M. GANNAL.

Je vais faire connaître mes recherches nouvelles, relatives à la nature et au degré d'efficacité de la conservation, par l'acide arsénieux, et surtout à la préservation, par la noix vomique et la strychnine, des objets d'histoire naturelle et des collections si précieuses que nous possédons.

J'ai injecté des cadavres avec 5 litres d'eau saturée à chaud d'acide arsénieux pour chacun.

Peu de jours après l'injection, au moment où la dessiccation du cadavre a commencé, il s'est dégagé des divers corps ainsi préparés une si grande quantité d'hydrogène arsénié, qu'il fut impossible de continuer la dissection. J'ai été à même de faire une autre remarque fort importante : c'est que ces corps se couvrent promptement de moisissures, et cela si complétement et si profondément, qu'en peu de temps ils s'en trouvent décomposés.

Toutes les préparations taxidermiques qui contiennent de l'arsenic dégagent de l'hydrogène arsénié, et ce gaz, mêlé à celui de l'esprit-de-vin et du camphre, forme cette odeur particulière qui domine dans tous les cabinets d'histoire naturelle.

De mes observations, il résulte donc que l'arsenic ne conserve pas les matières animales d'une manière illimitée, quoiqu'il les préserve momentanément de la fermentation putride.

Après ces recherches, que j'ai faites pour étudier les causes de la destruction de nos collections d'histoire naturelle, j'ai cherché le remède.

Ailleurs j'ai dit comment les sels alumineux agissent sur la géline, et j'ai expliqué comment la matière animale est préservée de la fermentation putride par suite de la combinaison qui résulte du contact de ces deux substances. Mais de ce que la géline est rendue imputrescible par cette combinaison, il n'en résulte aucunement l'autre effet tout aussi important, celui d'empêcher les insectes de détruire l'animal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est dans le but de parer à ce second inconvénient qui m'avait frappé, que, dans l'origine, j'avais moi-même indiqué l'acide arsénieux comme moyen efficace ; mais, par les motifs que je viens d'exposer, j'ai dû abandonner cette substance, et chercher une composition d'une efficacité plus réelle.

Le liquide d'injection, dont je me sers aujourd hui, est composé de la manière suivante. Je fais bouillir ensemble 1 kilogramme de sulfate simple d'alumine, 100 grammes de noix vomique en poudre et 3 litres d'eau ; je maintiens l'ébullition jusqu'à ce que le liquide soit réduit à 2 litres et demi ; je retire du feu et laisse refroidir ; je tire à clair et je réserve séparément le résidu pâteux,

Le liquide sert aux injections ; le résidu s'emploie de la manière suivante. Dans quatre cuillerées de ce résidu on délaye un jaune d'œuf : cette pâte ne doit être préparée qu'au moment où on désire l'employer. Elle sert à enduire la partie interne des peaux, et surtout les parties charnues qui ont été laissées quand on a dépouillé l'animal. On comprend que le jaune d'œuf conserve la souplesse de la peau, mégie par les sels d'alumine.

Mais on conçoit que, quelle que soit l'efficacité du préservatif employé dans l'intérieur du corps de l'animal, son action ne peut s'étendre aux plumes qui sont quelquefois à une très-grande distance du corpsde l'animal. C'était donc là un nouvel obstacle et aussi un nouveau sujet d'étude.

Pour cette conservation, je procède de trois manières différentes. J'emploie de la noix vomique en poudre, ou je me sers d'une teinture alcoolique preparée avec 100 grammes de noix vomique en poudre macérés dans un litre d'alcool. Enfin je fais dissoudre deux grammes de strychnine dans un litre d'alcool.

Quel que soit le mode de préparation employé pour la conservation d'un animal, on peut à l'instant arrêter les ravages des insectes, en enduisant avec une brosse de blaireau l'ensemble de la peau avec la teinture ou la dissolution indiquée, et cela suivant la robe de l'animal. Si les plumes sont de couleurs tendres ou blanches, il faut employer la dissolution de strychnine.

Enfin pour les oiseaux fort délicats, pour ceux où une imbibition alcoolique ne serait pas possible, on doit saupoudrer de noix vomique, en ayant soin d'en faire entrer le plus possible dans l'intérieur des masses de plumes sur l'épiderme.

Dans tous les cas, on peut plâtrer les peaux, comme pour les procédés ordinaires.

En résumé je démontre, par des expériences, qu'aucune préparation arsenicale ne peut assurer la conservation des matières animales ; que celles qui restent exposées à l'air pendant un temps qui dépasserait trois ans sont detruites ; que celles qui sont renfermées dans des caisses hermétiquement bouchées se détruisent au bout d'une année ; que les sels solubles d'alumine sont tous efficaces pour assurer la suspension de la fermentation putride ; que l'emploi des préparations de noix vomique, comme je l'ai indiqué, preserve de l'action des insectes.

Mode de conservation des substances alimentaires.

Par M. F. Bevan.

Tout le monde sait que le mode de conservation des substances alimentaires par le procédé de M. Appert consiste à les soumettre à la température de l'eau chaude pour en chasser en partie l'air dans les vases de verre ou de métal qu'on bouche ensuite hermétiquement.

On a cherché aussi les moyens de se délivrer plus complétement de l'air des vases qui renferment ces aliments en appliquant à ceux-ci une température plus élevée que celle de l'eau bouillante, et pour rendre le procédé propre à être appliqué dans la pratique, on a proposé des mélanges ou bains chimiques qui suivant leur composition ne bouillent qu'à 110, 120 et jusqu'a 135° C. On a prétendu même que cette dernière température était rigoureusement nécessaire pour la conservation des substances animales pendant un long espace de temps : mais il est évident qu'elle est beaucoup trop élevée, qu'elle détériore les substances les plus stables, et n'est sous aucun rapport applicable à celles plus délicates et surtout à celles auxquelles on désire conserver un parfum particulier et une fraîcheur naturelle qui leur donnent tout leur prix.

J'ai pensé que la science offrait aujourd'hui les moyens de se passer de cette haute température pour la conservation des substances alimentaires, et que pour cela il suffisait de les exposer à une basse température dans des vases où l'on opérerait le vide et en communication avec un autre vase contenant de la gélatine ou autre matière à l'état fluide, de manière qu'en ouvrant d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

part la communication avec l'appareil à faire le vide, on épuisât tout l'air des vases, et de l'autre celui qui renferme la gélatine, que celle-ci vînt prendre la place de l'air qu'on enlève.

Du reste, la figure 9, pl. 52, où se trouve représenté mon appareil pour la préparation des substances alimentaires qu'on veut soumettre à la conservation, et la description dont je vais l'accompagner donneront une idée plus précise des moyens que j'emploie pour cet objet.

A est un vase ouvert au sommet et rempli jusqu'à la ligne *i* de gélatine à l'état fluide ; ce vase est muni d'un ajustage *j* sur lequel est solidement établi un robinet *e*. B est une sphère en métal dans laquelle on opère le vide, lorsque cela est nécessaire, au moyen de la condensation de la vapeur qu'on avait d'abord introduite, soit en la mettant en communication avec un condenseur, soit par l'entremise d'un courant d'eau froide *m* qu'on fait tomber dessus. Cette sphère porte également un ajustage *j* et un robinet *f* capable de tenir le vide. Le robinet *k* est destiné à l'évacuation de l'air dans la sphère B, avant la condensation, et le robinet *f* à l'introduction de la vapeur.

Les substances alimentaires qu'on veut conserver sont placées dans la boîte C, qui est en étain, de forme cylindrique ou autre convenable. Après avoir fermé hermétiquement cette boîte, par la soudure, on y insère deux petits tubes *d* et *e* qu'on soude très-soigneusement sur le fond supérieur, ainsi qu'on le voit en *a* et *b*. Ces tubes sont alors introduits aux points *hh*, dans les ajustages *jj* où ils sont fixés, soit aussi par de la soudure, soit avec des luts, des mastics ou autres procédés semblables.

Les substances alimentaires renfermées dans la boîte C peuvent être mises maintenant en communication par les tubes *e* et *d*, d'un côté avec le vase à la gélatine A et de l'autre avec la sphère B, dans laquelle on doit opérer le vide. Cette boîte ayant été placée dans un bassin N rempli d'eau à la température d'environ 50° C., on tourne le robinet *f* qui établit d'abord cette communication avec la sphère au vide, au moyen de quoi l'air qui se trouvait dans cette boîte se trouve excessivement raréfié. Cette température de 48 à 50° degrés suffit pour donner aux aliments le degré de cuisson nécessaire à leur conservation et pour chasser l'air logé dans les cellules ou les pores de ces substances.

Après avoir maintenu cette cuisson à cette température pendant quelque temps, 15 à 20 minutes, par exemple, pour une volaille, on tourne le robinet *e* qui établit la communication avec le vase à la gélatine A qu'on a maintenu à l'état fluide en versant de l'eau chaude dans le bassin P; cette gélatine, par suite de la pression que l'atmosphère exerce sur la surface, s'écoule avec rapidité par l'ajutage *j* et le tube *e* dans la boîte C où elle chasse en l'emplissant jusqu'aux dernières traces d'air raréfié qu'elle renferme encore et qui s'échappe par le tube *d* dans la sphère B.

Cela fait, on ferme hermétiquement la boîte en coupant, aplatissant et rebordant les tubes *d* et *e* aux points *gg*, puis on la soumet à l'action de l'eau bouillante pendant un temps qui dépend de ses dimensions, par exemple 30 minutes pour une volaille ; on soude les bouts des tubes, on laisse refroidir et la préparation est terminée.

Ainsi, comme on le voit, mon procédé consiste à soumettre les substances alimentaires à l'action du vide pour en extraire tout l'air qu'elles peuvent contenir et les cuire à une basse température, puis à les recouvrir aussi dans le vide d'une couche épaisse de gélatine qui s'oppose à tout contact ultérieur de l'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MECANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Perfectionnements apportés dans les métiers à la Jacquard.

Par M. F. Goos, constructeur de métiers.

Le métier à la Jacquard est une invention sortie presque à l'état de perfection des mains de son illustre auteur, et à laquelle il ne faut toucher qu'avec circonspection. Néanmoins, dans ma pratique et après avoir établi un très-grand nombre de ces métiers, j'ai cru qu'il était susceptible de quelques perfectionnements, et par l'introduction de certaines parties nouvelles, j'ai pensé que je parviendrais à rendre l'appareil plus efficace et plus sûr dans son jeu et moins exposé à éprouver des détériorations par suite des dérangements accidentels survenus dans le mécanisme.

Afin qu'on puisse saisir avec plus de facilité les changements que j'ai introduits dans ces importantes machines, je rappellerai d'abord en peu de mots leur construction actuelle.

La fig. 14, pl. 52, représente une coupe transversale prise verticalement par le milieu d'une jacquarde ordinaire.

La fig. 15 est une autre coupe également transversale du même appareil avec les perfectionnements que j'ai introduits.

Enfin, la fig. 16 est une élévation de cette dernière machine vue de face et qu'on a brisée au milieu, la largeur du métier dépendant du nombre de séries d'aiguilles dont on a besoin.

La jacquarde est établie sur un bâti a,a,a, fig. 1, monté ordinairement dans la partie supérieure du métier à tisser ; b, est la traverse qui porte la griffe $c.c,c$ servant à enlever les broches ou aiguilles verticales à crochet d,d,d auxquelles sont accrochées les ficelles $e,e.e$, qui en s'attachant à leur tour aux fils à maillons soulèvent les fils de la chaîne ; f,f, représente la crémaillère de la griffe, et g,g le segment denté destiné à faire fonctionner les liens h,h attachés au cylindre aux cartons i,i pour faire marcher celui-ci en avant ou en arrière à volonté. On voit en $k,k.k$ les broches ou aiguilles horizontales soutenues d'un bout par la planche percée de devant l,l, et de l'autre par les fils m,m de la grille postérieure. Derrière ces aiguilles est l'étui n,n contenant les ressorts à boudin o,o,o destinés à maintenir les aiguilles sur les cartons $p.p$. Les leviers à crochets pour faire changer les cartons sont indiqués en q et q^* (ce dernier servant seulement à faire rétrograder le cylindre quand on a passé une fausse duite) ; r,r est la presse qui appuie sur la lanterne s,s aux extrémités du cylindre et maintient celui-ci fermement et carrément après chaque tour ou changement de carton. Enfin, les aiguilles à crochet verticales d,d sont maintenues à leurs places respectives et sans pirouetter au-dessus de la planche percée t,t par des barrettes u,u insérées dans le crochet de leur extrémité inférieure.

Voici maintenant comment fonctionne cette jacquarde ordinaire :

Supposons que les cartons p aient été percés conformément au dessin qu'on veut reproduire en broché ou façonné, et d'après les règles de l'opération du lisage, et que la chaîne de ces cartons jetée sur le cylindre i y soit retenue par les repères ou dents j. Lorsque l'un de ces cartons passera entre le cylindre et la planche percée de devant l,l les aiguilles horizontales k,k qui auront pénétré par les trous du carton p ne bougeront pas, mais celles qui se présenteront devant les pleins seront refoulées par le carton, et comme l'œil de ces aiguilles embrasse les broches verticales à crochet d,d, celles-ci seront poussées hors de leur aplomb ou de leur position verticale et lorsque la griffe c,c viendra à s'élever par un mouvement convenable quelconque qui aura été communiqué par les organes moteurs à la traverse b de l'appareil ; les lamettes dont cette griffe se compose enlèveront les aiguilles qui seront restées verticales, tandis que celles qui ont été mises hors d'aplomb par le carton échapperont à leur action ; l'élévation des premières entraînera l'ascension des ficelles e,e qui se trouvant liées aux fils de la chaîne, produiront le dessin façonné au broché que le liseur a percé sur les cartons, ainsi que le savent du reste parfaitement bien toutes les personnes qui s'occupent du tissage.

Au moyen de cette description de la machine de Jacquard, telle qu'on l'établit ordinairement, on comprendra immédiatement la construction et la disposition du métier perfectionné.

Nous avons, ainsi qu'il a été dit, représenté le nouveau métier en coupe et en élévation dans les fig. 15 et 16, et dans ces figures les mêmes lettres correspon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dent aux mêmes pièces de la fig. 14 qui vient d'être décrite.

Le caractère de nouveauté au moyen duquel toutes les opérations de la jacquarde sont accomplies d'une manière plus parfaite, plus certaine, et qui assure contre les dérangements si fréquents dans les machines à la Jacquard ordinaires, consiste en premier lieu dans l'introduction d'un ais de pression A à cannelures, et dans l'éloignement du cylindre *i* de sa position habituelle. Au moyen de cette disposition, les cartons se présentent à la planche percée de devant *l*,*l* d'une manière plus sûre et sans qu'il y ait aucun danger de rupture accidentelle dans le cas où le cylindre ne tournerait pas parfaitement rond à mesure que la chaîne des cartons avance. Le cylindre est alors plein et ne porte plus de cannelures ou de trous ; on ne s'en sert simplement que pour faire marcher ces cartons en avant, attendu que c'est l'ais de pression A qui maintient les cartons pendant qu'ils agissent sur les aiguilles.

On a placé sur la planche percée de devant *l*, aussi bien que sur le cylindre, des dents *z*, qui ont pour effet d'assurer la présentation plus exacte des cartons aux aiguilles. La position de la presse *r*,*r* est également renversée sur la lanterne *s*,*s* et on se sert des tringles B,B et des ressorts C,C pour agir d'en bas sur la lanterne, ainsi que l'indiquent les figures. La face inférieure de la presse est en plans inclinés en sens inverse ou en biseau, afin d'assurer plus efficacement encore la position correcte du cylindre aux cartons, et à l'inspection de la fig. 16 on voit qu'une lanterne indépendante *s*,*s* est employée en dehors du bâti avec des griffes en saillie pour guider les leviers à crochet *q*,*q** qui ne forment plus ici qu'une seule pièce.

Un autre perfectionnement dans cette partie de l'appareil, consiste en ce que le guide-cylindre D est ouvert à son extrémité afin que le cylindre, la planche de pression avec leur chariot puissent être enlevés promptement pour y changer les chaînes des cartons. Le rail du bas D* de ce guide peut s'ajuster au moyen d'une vis de serrage jouant dans des coulisses, de façon que la griffe soit toujours parfaitement juste, et de plus le chariot ainsi que le coulisseau H,H du cylindre sont maintenus fortement par la traverse Q,Q, qui va d'un côté du métier à l'autre. Au moyen de cette construction perfectionnée du chariot, du cylindre et du coulisseau, on place ce dernier à l'intérieur des guides D,D*, au lieu de le mettre à l'extérieur comme on le faisait auparavant.

Des presses additionnelles E,E sont placées sur le sommet du cylindre pour appuyer sur les cartons ; ces presses n'agissent pas par l'entremise du ressort à boudin, mais s'élèvent et retombent par leur propre poids pendant que les tiges qui leur servent de guides fonctionnent dans des coulisses de la barre de traverse F,F.

G,G sont des barres portant des ressorts en spirale, avec des têtes plates qui pénètrent dans des cavités semblables contre-percées dans la planche de devant *l* ; ces barres servent à repousser le carton et à dégager les aiguilles *k*,*k* ; les dents *z*, après avoir agi sur les aiguilles ou les ressorts, peuvent aussi être placées sur la planche percée de devant où elles produiront le même effet lorsque la planche de pression A reculera. On a remplacé les lamelles en bois *u*,*u* fig. 14 par une planche ou guide général I,I en tôle de fer dans lequel on a pratiqué des mortaises pour le passage des aiguilles verticales *d*,*d*. Cette planche I se relie par les barres pendantes K,K à la griffe *c*,*c* et s'élève ou s'abaisse avec elle en glissant le long des guides L,L. Enfin M,M sont une série de fils métalliques placés au-dessous de cette planche pour empêcher les crochets de se déplacer.

Un trait tout particulier et très-important de cette invention consiste à allonger le crochet inférieur des aiguilles verticales *d*,*d*,*d*, au point de les relever jusqu'au delà de la série supérieure des aiguilles horizontales *k*,*k*,*k* ; ces crochets ainsi prolongés portent alors sur une série de fils horizontaux N,N,N qui remplissent les fonctions de ressorts sur les aiguilles et dispensent entièrement de l'emploi de l'étui *n*,*n* et des ressorts en spirale *o*,*o*. Ces fils N,N peuvent être disposés horizontalement comme on l'a représenté, ou placés dans une position diagonale où ils ont alors l'avantage de maintenir les aiguilles.

Un dernier perfectionnement dans le métier de Jacquard consiste à substituer le disque O,O à dents circulaires P,P sur sa surface pour faire agir la crémaillère *f* sur la griffe au lieu du segment denté *g*,*g*, ce qui facilite la communication du mouvement, et enfin à adopter un mode perfectionné d'assujettir le segment aux liens *h*,*h*, ainsi que le représente la fig. 17.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nouvelle machine à boudiner le lin.

Par M. W.-K. Westly, constructeur de métiers à filer le lin.

Le boudinoir à rubans est une invention toute récente au moyen de laquelle, dans le boudinage du lin, on a pofité d'une particularité naturelle que présente la matière elle-même. Cet appareil offre de nombreux avantages qu'on obtient à l'aide de moyens d'une grande simplicité, et quoique plus étendu dans ses applications que toute autre machine, employée pour le même objet, cependant son usage ne demande pas de soins particuliers et n'exige pas de connaissances préalables pour mettre toute personne en état de s'en servir.

On sait que la matière glutineuse ou plutôt gommo-résineuse qui enveloppe la fibre dans le lin peut être ramollie par l'eau et puis rendue de nouveau solide et dure par le moyen de la chaleur. On a tiré avantage de ce fait pour produire un boudin sans aucun tour quelconque, c'est-à-dire sous la forme d'un ruban dans lequel les fibres sont maintenuesensemble par la matière glutineuse qui peut leur être naturelle ou qu'on peut leur appliquer artificiellement pour cet objet. Le boudin-ruban tant qu'il reste sec, possède toute la ténacité convenable, mais aussitôt qu'on le mouille dans les machines à filer ou les bancs à broches, il se prête facilement et au moyen d'une force très-minime, à un étirage et à sa conversion en fil.

Dans la figure 18 de la pl. 32 *a* est le cylindre extérieur du boudinoir en avant du peigne dont on se sert ordinairement, *b* son cylindre de pression, *c* une auge peu profonde qui contient de l'eau, *d* un cylindre chauffé par la vapeur, *e* un rouleau uni en ferpour l'enroulage, *f* une bobine libre sur le rouleau et tournant sur lui par le frottement produit par son propre poids.

Le ruban, ainsi qu'on le voit au pointillé, après avoir quitté les cylindres étireurs *a*, *b*, passe à travers l'eau contenue dans l'auge *c*, où ce liquide ramollit la matière gomno-résineuse qui enveloppe ses fibres, de là il circule sur une portion de la surface du cylindre de vapeur *d* où il sèche et qui le délivre dans un état ferme et résistant à la bobine *f* sur laquelle il est enroulé par l'action du rouleau *e*.

Voilà tout le mécanisme nécessaire pour produire le boudin-ruban. Toutes les dispositions compliquées du boudinoir à cône ordinaire sont abandonnées et la machine devient à la fois plus durable et plus facile à conduire, puisqu'elle n'exige pas la moitié de la force motrice et occupe la moitié moins d'espace. Un boudinoir de 48 bobines n'a pas 2 mètres de longueur et fournit une quantité de rubans suffisante pour 1200 broches de banc à broches.

La machine est très-générale dans ses applications et s'adapte tout aussi bien aux rubans gros qu'à ceux qui sont fins.

Quand on produit un boudin à la manière ordinaire, le tors, indépendamment des autres circonstances, met une limite au degré suivant lequel une matière d'une finesse donnée peut être boudinée, parce que la quantite de ce tors nécessaire pour donner un boudin ayant le degré de cohésion suffisante, augmente en proportion de ce que le nombre de fils qui composent ce boudin diminue, jusqu'à ce que le nombre de tors soit assez considérable pour que les fibres ne puissent plus être étirées et filées régulièrement, ou bien si on les étire, jusqu'à ce qu'ils se brisent et s'émèchent par la violence de l'action. Avec le boudin-ruban, il n'y a pas de difficulté pour faire un boudin d'une finesse presque indéfinie, sans égard à la qualité de la matière, parce que tant qu'une fibre peut être collée à une autre ou peut faire un boudin.

Il devient facile avec le boudin-ruban d'employer un ruban double ou triple sur les machines à convertir en fil. Le grand avantage de cette pratique a été reconnu depuis longtemps dans la filature du coton où elle a été appliquée avec beaucoup de succès; mais dans celle du lin il avait été jusqu'à présent impossible d'y réussir, quoique l'immense bénéfice qu'on peut retirer du doublage sur les machines à filer, et l'égalité qu'on obtient ainsi sur toutes les matières qui ont subi déjà plusieurs préparations antérieures, soient trop évidents pour que nous croyons devoir insister.

Le boudin-ruban, quelque fin qu'il soit, est parfaitement solide, tenace et compacte; il n'y a pas en lui de fibres qui, une fois mises droites puissent ensuite être dérangées, et comme elles sont converties en fil exactement dans la même position où elles ont quitté les appareils de peignage sans être relevées, écartées ou brouillées par le tors, la nature non élastique de la matière ne s'en trouve pas altérée et le fil acquiert un éclat et une douceur remarquables.

Le boudin-ruban peut être étiré avec une force moindre que le boudin tordu ou qui a reçu un léger degré de tors comme dans le boudinage à lanternes, et par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conséquent il est moins sujet à se couper et à vriller dans sa conversion en fil, mais de plus il jouit d'un autre avantage qui résulte de cette absence de torsion. Les fibres du lin et de l'étoupe étant naturellement de diverses longueurs, une torsion uniforme qu'on leur applique doit retenir naturellement avec plus de force les fibres longues que celles qui sont courtes, et qui ont dès lors une tendance à former des inégalités en certains points du fil. Le boudin-ruban est complétement exempt de cet inconvénient.

Dans le banc à broches, il y a aussi un avantage résultant de l'action écrasante des cylindres distributeurs ; leur pression refend, à ce que l'on suppose, les fibres latéralement, et par conséquent les rend plus fines ; mais il est évident que dans un boudin tordu, une portion de chaque fibre doit échapper à cette action en s'enroulant autour du corps du boudin, et que par conséquent ces fibres ne peuvent être refendues que partiellement. D'après cette circonstance et les autres désavantages signalés, il en résulte un inconvénient nouveau très-grave. Une fibre refendue a constamment, dans la portion où la séparation a eu lieu, une extrémité plus longue que l'autre, et celle qui est la plus longue arrive tout naturellement la première aux cylindres étireurs. Or, si la fibre n'est refendue que partiellement (et si l'extrémité qui arrive la première n'est pas complétement séparée du reste de la fibre), il s'ensuit que lorsque le brin le plus long est saisi par les cylindres étireurs, le plus court forme aussitôt un nœud ou un renflement, parce que sa partie antérieure est retenue en arrière par son adhérence avec les fibres voisines, tandis que celle postérieure est tirée en avant, et parce qu'elle est encore attachée à demeure à sa fibre primitive. Dans le boudin-ruban, les fibres étant parfaitement droites et parallèles, sont exposées d'une manière égale à l'action écrasante des cylindres, et sont par conséquent refendues uniformément depuis un bout jusqu'à l'autre.

Le boudin-ruban étant d'une construction plus simple que tout autre, est susceptible de marcher plus vite ; mais en marchant avec la même vitesse, il donne 20 à 30 p. 100 en produit de plus, parce qu'on n'arrête jamais pour l'enlever ; les bobines sont placées de façon que l'ouvrier n'a autre chose à faire que d'ôter celles qui sont chargées, et les remplacer par d'autres vides sans la plus légère interruption dans la marche de la machine.

Chaque bobine a dans le fait son propre mouvement régulateur indépendant du reste, et qui dans tous les temps fonctionne correctement, sans exiger de nouvelles dispositions ou un ajustement suivant les différentes épaisseurs du boudin ; ce qui permet à l'ouvrier de boudiner en même temps des rubans d'autant d'épaisseurs différentes qu'il y a de bobines sur son métier ; tandis que dans la machine ordinaire il est obligé de ne boudiner ou laminer qu'une seule sorte ou une même épaisseur à la fois, et toutes les fois qu'il change cette sorte, de donner un nouvel ajustement à sa machine. Ces changements, on le conçoit, ne s'opèrent pas sans perte de temps et dégât de matériaux.

Battant-lanceur.

On lit ce qui suit dans un des derniers numéros du *Censeur de Lyon* :

« Tout le monde sait que, dans la fabrication des châles, les lanceurs sont des enfants qui reçoivent et rejettent les navettes dans les métiers de châles de grande largeur, et que, pour ainsi dire abandonnés de leurs parents dès l'âge de huit ou neuf ans, jetés dans un atelier parmi d'autres enfants plus âgés et souvent corrompus, ils finissent quelquefois par peupler nos prisons, et deviennent une plaie de la société.

» Combien de fois des hommes de talent mus par un sentiment de philanthropie, ont cherché à extirper cette lèpre de nos ateliers en construisant un battant qui remplaçât les lanceurs, et par conséquent renvoyât ceux-ci dans les écoles. Malheureusement les efforts de ces personnes ont été infructueux. On avait bien trouvé le moyen de faire mouvoir les navettes ; mais le tissu en souffrait, et l'on ne pouvait rendre les lisières ou cordons du châle assez nets.

» Le sieur Vincent, ancien chef d'atelier, actuellement fabricant de navettes à Lyon, a résolu ce problème ; il vient d'être breveté par le gouvernement pour le battant-lanceur de son invention auquel il travaillait depuis six ans, et qui lui a occasionné des dépenses énormes. Nous avons eu nous-mêmes occasion de le voir fonctionner, et nous sommes persuadés qu'il est destiné à jouer un grand rôle dans la fabrication des châles et étoffes de cachemire de grande largeur.

» En effet, que l'on suppose un tissu composé de quatre, six, huit ou dix couleurs de trame, il faut quatre, six ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

huit navettes qui contiennent chacune une couleur différente ; chacune de ces navettes a une place marquée dont elle ne peut s'écarter qu'aux dépens de la beauté du tissu. Eh bien, le battant-lanceur ne permet pas qu'elles changent de place ; l'ouvrier peut travailler sans crainte de se tromper, chaque navette reprend son rang comme par enchantement. Il y a de plus un balancier qui rejette les trames, afin qu'elles ne s'embrouillent pas, et que les cordons ou lisières se fassent aussi nets qu'avec le secours d'un lanceur. Tout ceci s'opère par le moyen d'un mécanisme aussi simple qu'ingénieux, et qui ne peut laisser craindre le moindre dérangement ; le changement même de température, qui a tant d'influence sur les battants ordinaires à plusieurs navettes, ne saurait agir sur celui-ci. »

Nouveau mode de fabrication du plomb de chasse.

Par M. Rolinson.

Le perfectionnement qui forme le sujet de cette invention consiste d'abord à substituer au plomb le fer malléable qu'on découpe, comprime et arrondit, au lieu d'employer la fusion et le coulage, ainsi qu'on l'a fait jusqu'à présent pour fabriquer les grains en métal qui servent à la chasse, soit avec le plomb, soit avec le fer. Ce nouveau plomb de chasse, ou ces petites balles de fer, possèdent une plus grande densité, volume pour volume, que le plomb employé jusqu'à présent ; elles s'écartent moins de la direction, parce que cette densité est plus uniforme dans chaque grain, et que leur forme est plus régulière ; enfin elles sont moins sujettes à des détériorations quand on les expose à l'air. On prendra une idée suffisante de leur mode de fabrication par la description sommaire dans laquelle nous allons entrer, d'après l'inventeur lui-même.

« Je prends, dit-il, une barre ou tringle ordinaire de fer forgé bien malléable, et je la chauffe dans un four jusqu'au blanc soudant ; alors je la coupe à la scie circulaire ou au moyen d'une cisaille, en morceaux correspondants, sous le rapport de leur solidité ou volume, au poids du plomb de chasse que je me propose de fabriquer, en tenant compte du petit déchet que les morceaux subiront nécessairement dans le travail auquel ils seront soumis. Ces morceaux sont déposés dans des moules sphériques ordinaires, c'est-à-dire semblables à ceux dont on fait usage dans la fabrication des plombs de chasse en fer par voie de fusion et de coulage, et je leur applique, par l'une des méthodes les plus généralement répandues pour cet objet, un degré de pression suffisant pour les arrondir dans les moules. Cela fait, on passe ces petites balles déjà arrondies à travers une machine à les rouler dont je vais donner la description.

» Cette machine est représentée dans la fig. 19, pl. 52 en plan et dans la fig. 20 en élévation latérale ; la fig. 21 en est une élévation vue par l'une des extrémités, et la fig. 22 une coupe transverse par l'une des cannelures ou gorges E et faisant voir la position des petites balles pendant qu'on les roule. La machine ressemble en général dans sa construction aux laminoirs ordinaires à passer et à travailler les métaux, mais elle en diffère par certaines modifications et additions qui l'ont rendue propre à rouler les balles en fer pour la chasse.

» AA est une forte semelle qui sert de base à la machine ; B la plate-forme qui est assujettie sur la semelle au moyen de forts boulons et de la forme biseauté des bords de ces deux pièces ; CC des paliers placés à chacune des extrémités, maintenus sur la plate-forme à la manière ordinaire ; D un cylindre qui tourne dans ces coussinets que portent les paliers ; E,E,E des cannelures ou gorges creusées sur la surface convexe du cylindre et qui ont exactement une forme demi-circulaire du diamètre du plomb qu'on veut fabriquer ; F un potrail additionné assujetti de la même manière que C,C à la plate-forme et soutenant une espèce de platine ou contre étampe d'un quart de cercle G, placé à l'opposé des cannelures du cylindre D et creusé sur sa surface concave de cannulures demi-circulaires, correspondant à celles de ce cylindre, de manière que lorsque celui-ci repose sur la platine, leurs cannelures respectives constituent un canal courbe parfaitement circulaire. Le potrail F et la platine G sont fixés de telle manière qu'une ligne horizontale tirée du sommet de la platine passe par le centre du cylindre D, et qu'une ligne perpendiculaire abaissée du centre du cylindre touche le bord inférieur de cette platine, ainsi qu'on le voit dans la fig. 22 et au pointillé dans les fig. 19 et 20.

» Les cannelures du cylindre D et celles de la platine G ont leurs bords légèrement abattus, de manière à donner ce qu'on appelle de l'entrure.

» Le cylindre D étant mis en mouvement par une courroie qui commu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nique avec une machine à vapeur ou autre moteur, les petites balles de fer, enlevées aux moules sphériques où elles ont été comprimées et arrondies, sont jetées rouges encore dans les canaux circulaires formés par les cannelures du cylindre et de la platine immobile G où elles sont entrées de force par le mouvement de circulation du cylindre et roulées jusqu'à ce qu'elles en sortent ; là on les reprend et on les soumet au même procédé, aussi souvent qu'on le juge convenable.

»Les canaux où passent les balles sont circulaires, mais on peut leur donner telle autre forme si on désire modifier celle de ces balles. »

Machine employée pour coudre les cahiers dans le cartonnage ou la reliure des livres.

Par M. Th. Richards, relieur.

La rapidité avec laquelle on a besoin aujourd'hui de coudre, cartonner et relier un grand nombre d'exemplaires d'un ouvrage qui sort de la presse et qui a un débit immédiat considérable, a suggéré depuis longtemps l'idée d'introduire des machines dans l'art de la reliure des livres et de faire exécuter mécaniquement quelques-uns des travaux qui occupent le plus de monde dans les ateliers des relieurs. La machine que nous proposons ici n'a pas d'autre but, et nous allons voir par la description que nous en donnerons, les applications qu'elle sera susceptible de recevoir, si elle est introduite dans la pratique.

L'inventeur s'est proposé d'abord d'employer un mécanisme propre à coudre ou plutôt à réunir ensemble par une sorte de tissage des fils de couture un certain nombre de feuilles de papier pliées ou de cahiers pour en former un livre, au lieu de les coudre à la main, ainsi que cela se pratique ordinairement dans la reliure des livres ; en second lieu d'établir une combinaison nouvelle dans l'appareil applicable au but ci-dessus en le composant d'une table mue en va-et-vient pour alimenter de feuilles ou cahiers la machine en question ; des barres à aiguilles qui font mouvoir les aiguilles qui portent le fil qu'on destine à la couture des cahiers à mesure que ceux-ci sont présentés; d'une série de doigts ou pinces, mus convenablement qui avancent et saisissent ces aiguilles, les font passer à travers les feuilles de papier et les rendent à leurs barres respectives après que les cahiers sont cousus; et enfin de bras ou leviers qui déposent chaque feuille régulièrement sur la pile ou tas de celles mises précédemment pour former un volume qui n'a plus besoin que d'être battu, endossé et recouvert pour former un livre.

La pl. 52 présente différentes vues de l'appareil qu'on a brisé en différents points, ou détaché de son bâti propre, lequel peut avoir la forme et la hauteur qu'on juge convenables, afin de faire mieux comprendre la situation, la forme et le jeu des pièces qui le composent.

La fig. 23 représente cette machine en élévation par devant.

La fig. 24 en est une section transverse prise par la ligne AB de la fig. 23.

La fig. 23, une élévation de l'extrémité sur laquelle sont placés les organes du mouvement de la machine.

Deux joues a,a boulonnées à une hauteur convenable sur les montants b,b du bâti servent de supports aux coussinets des arbres respectifs c,d et e. Parmi eux c'est l'arbre moteur à l'extrémité duquel est calée une poulie f mise en action par une courroie sans fin provenant d'une roue placée à la partie inférieure ou autrement, absolument comme dans un tour qu'on fait agir avec le pied. Sur cet arbre sont fixés à clef deux excentriques g,g qui ont pour fonctions de lever et de baisser le châssis h,h qui glisse dans des coulisses verticales en V, i,i pratiquées dans les poupées a,a. A ce châssis h est attachée la barre longitudinale k,k sur laquelle sont vissés les ressorts l,l,l, qui forment ensemble une série de doigts ou pinces lorsque ces ressorts sont pressés et repoussés sur le plat de la barre k, ce qui s'effectue par l'entremise de la came m (fig. 24) lorsque l'arbre d fait tourner le rail demi-cylindrique en D n,n d'une portion de la circonférence par l'entremise de bielles de communication o,o. Ce rail est porté par le châssis h et maintenu en contact parfait avec les doigts à ressort l par des presses p,p.

Sur l'arbre à cames e il y a trois sortes de ces organes, savoir, les cames indiquées par q et par r qui ont pour fonction de mouvoir les barres aux aiguilles s et s' suivant un mouvement alternatif déterminé par le travail, en agissant sur les queues t,t' attachées respectivement à ces barres à aiguilles qui glissent dans des coulisses en V horizontales u,u pratiquées dans les joues a,a et les lames indiquées par v,v qui ont pour but de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lever et abaisser la presse w,w dans laquelle on a découpé des entailles pour permettre aux aiguilles de passer et qui sert à presser les feuilles sur les pointes des aiguilles et à les conduire ensuite plus bas par une combinaison de leviers x,x'.

Un bouton de manivelle y (fig. 23) fixé sur une grande roue dentée z, qui tourne sur un bout d'arbre établi sur une des joues a, fait manœuvrer la table 1,1 sur laquelle est placée la feuille qu'il s'agit de coudre, suivant un mouvement de va-et-vient sur les rails 2,2 avec l'assistance d'un système parallélogramme de leviers 3,3,3.

Tous ces mouvements sont coordonnés convenablement entre eux et avec la poulie motrice au moyen des pignons droits 4,4,4, des pignons d'angle 5,5 et de l'arbre diagonal 6.

Chacune des feuilles qu'on veut coudre pour former un livre, doit être préalablement préparée en la pliant, pour en former un cahier séparément et en introduisant longitudinalement au fond du pli un fil gomme dont les extrémités doivent ensuite être passées à travers le pli et ressortir par le dos à peu de distance du haut et du bas ainsi que le représente la ligne 7,7 dans la fig. 26.

La couture alterne que doit exécuter la machine se fait ensuite, ainsi qu'il suit :

Supposons que la courroie fasse tourner la poulie f dans la direction de la flèche, fig. 25. A mesure que cette poulie tourne, le pignon extérieur 4, monté sur l'arbre c, étant en prise avec la roue dentée z, oblige la manivelle y à amener la table 1 avec la feuille pliée contenant dans son pli le fil longitudinal dont il a été question, jusqu'à ce qu'elle rencontre un butoir, ce qui permet à cette table de placer le dos du pli du papier exactement au-dessus de la série des aiguilles de l'une des barres à aiguilles s, (l'autre barre ou série d'aiguilles n'étant pas alors en prise et se trouvant repoussée en arrière) pour qu'en s'abaissant sur le cahier, la barre fixe en même temps le fil longitudinal introduit dans le pli du cahier ainsi que les fils verticaux piqués par les aiguilles.

Les cames v,v, en tournant, ont dû abaisser les leviers verticaux x,x qui sont en contact avec elles, et élever aussi par l'entremise des leviers x',x' la presse w,w exactement au-dessus de la feuille pliée, ainsi qu'on le voit fig. 20, puis ensuite faire descendre cette presse, et par conséquent presser le cahier sur la pointe des aiguilles et le maintenir fortement sur la barre s, de façon que les aiguilles percent au travers du papier. Au même instant, les excentriques g,g que porte l'arbre c, ont fait descendre le châssis h,h jusqu'à ce que les doigts à ressort l,l viennent saisir les aiguilles. La came m, au moyen du levier o,o, faisant alors tourner le rail demi-cylindrique n,n, celui-ci presse sur les doigts à ressort, les ferme sur les aiguilles en maintenant toute la série de celles-ci entre ces doigts et la barre postérieure x.

L'action continue des excentriques g,g entraînera alors le châssis h,h avec les doigts qui tiennent fermement les aiguilles, et les soulèvera ainsi que les fils qui y sont passés à travers le cahier plié, tandis que les ressorts 8,8 agissant sur les queues t,t, repousseront légèrement en arrière la barre des aiguilles s, et la mettront hors de prise avec la presse w. Cette presse descend alors par l'entremise des leviers x,x, en échappant au grand diamètre des cames v,v, et par conséquent presse ou abaisse la feuille cousue en la déposant sur le tas placé au-dessous. La table 9, sur laquelle sont ainsi accumulés les uns sur les autres les cahiers cousus, est disposée de telle sorte qu'on peut l'ajuster à la longueur des fils à mesure que les feuilles s'accumulent.

Le diamètre extérieur des cames r,r ramène alors la barre aux aiguilles s,s, puis les excentriques $g\ g$ abaissant de nouveau le châssis h,h, remettent en place les aiguilles de la barre; le levier o s'échappant de la came m tourne alors la face aplatie du rail n,n vers les doigts à ressort l,l, leur permettant ainsi de s'ouvrir et de lâcher les aiguilles à mesure que le châssis h descend.

On voit qu'il y a deux barres à aiguilles s et s' avec une série distincte d'aiguilles pour chacune d'elles, et disposés de façon telle que les aiguilles alternent réciproquement. Cette disposition des aiguilles a été imaginée pour qu'il n'y ait que chaque cahier alterne qui soit cousu au même endroit, et que le cahier intermédiaire soit piqué dans les intervalles. En conséquence, l'une des séries de fils verticaux passe à l'intérieur du fil longitudinal dans le cahier, et l'autre série passe à l'extérieur ou du côté du dos de cette même feuille et alternativement pendant toute la couture.

Ce point étant le caractère principal de nouveauté dans le mode de couture des feuilles les unes avec les autres, et s'effectuant entièrement par l'action alternative des barres à aiguilles s et s', nous pensons qu'on s'en formera une idée plus exacte à l'inspection de la fig. 27, dans laquelle a,a représente la feuille

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pliée de papier dans le pli de laquelle le trait à points ronds représente le fil longitudinal qu'on verrait en coupe, et qui a été placé préalablement au fond de ce pli, et le trait à points longs, la marche de l'un des fils introduit par l'un des systèmes d'aiguilles *s*, et le trait plein enfin, la marche de l'autre fil conduit par l'autre système d'aiguilles *s'*, qui complète une couture alterne ou tissée où chaque feuille se trouve assujettie séparément.

A mesure que la table *t* s'avance, avec une autre feuille pliée de papier qu'il s'agit de coudre, les cames *q* et la queue *t'* poussent en avant l'autre système de barre à aiguilles *s'*, et alors les mêmes opérations s'exécutent sur cette feuille comme sur la première, à l'exception seulement que la série des fils est cousue ou piquée au travers du nouveau cahier dans les intervalles laissés par les piqûres faites dans le précédent par suite du changement de système de la barre à aiguilles qui a été décrit précédemment.

Lorsqu'une série d'opérations semblables a été exécutée par la machine sur un certain nombre de feuilles pliées ou de cahiers, et que ceux-ci se sont accumulés sur la table inférieure 9 en assez grande quantité, ou suivant le nombre requis pour former un volume, ces cahiers sont prêts a être soumis aux autres opérations du cartonnage ou de la reliure, en laissant les fils d'une longueur suffisante pour remplacer les bouts de ficelle, qui dans la couture ordinaire servent à assembler le dos du livre au carton.

Expérience sur une turbine récemment établie aux moulins de Montigny-sur-Avre, près Tillières (Eure).

Par MM. Callon et fils, ingénieurs civils hydrauliciens, à Paris.

Cette turbine est du genre de celles qu'Euler a proposées pour la première fois dans les Mémoires de l'Académie de Berlin (année 1754), et dont Navier a posé la théorie, incomplète à certains égards, dans ses notes sur l'architecture hydraulique de Belidor; on y a apporté plusieurs perfectionnements importants ayant pour but de remplir d'une manière plus économique et plus complète (principalement dans la saison des basses eaux) les conditions théoriques qui ressortent de la discussion des formules ordinaires.

Le volume de la rivière d'Avre, sur laquelle est établie la turbine dont il s'agit ici, varie, suivant les saisons, de 1.2000 à 2,500 litres par seconde. Il est rare qu'il baisse au-dessous du plus petit de ces deux chiffres, et il ne s'élève au-dessus du plus grand que dans les *crues* proprement dites, lesquelles durent très peu de temps et ne doivent pas être prises en considération dans l'établissement d'un récepteur destiné à fonctionner régulièrement et d'une manière continue pendant toute l'année. La chute disponible varie entre 1m,25 et 0m,90 environ suivant les saisons, la plus faible répondant, bien entendu, au plus grand des deux volumes précipités.

Le tableau suivant présente le résumé des expériences faites au frein le 1er et le 2 août 1843.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMBRE des expériences.	OUVERTURES des orifices injecteurs.	VOLUME de l'eau dépensée par seconde.	CHUTE.	POIDS SUSPENDU au frein, y compris le poids du plateau lui-même.	NOMBRE de tours de la turbine par minute.	FORCE DÉPENSÉE		FORCE UTILISÉE		RENDEMENT.
						en $k \times m$ par seconde.	en chevaux-vapeur.	en $k \times m$ par seconde.	en chevaux-vapeur.	
	mèt.	litres.	mèt.	kilog.		en kilog. mèt.	chevaux.	en kilog. mèt.	chevaux.	
1	0,042	1241	1,10	192,5	19,0	1365	18,20	1155	15,41	84,7 p. 0/0.
2	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	197	17,4	*Idem.*	*Idem.*	1093	14,61	82,2
3	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	207	16,8	*Idem.*	*Idem.*	1099	14,65	80,5
4	0.032	945	1,02	157	14,0	964	12,85	694	9,26	72,0
5	*Idem.*	957	1,05	137	15,6	1005	13,40	675	9,00	67,2
6	0,070	2211	0,925	317	14,6	1953	26,04	1462	19,50	74,8
7	0,082	2358	0,845	317	16,0	1993	26,57	1602	21,37	80,4
				Rayon du frein = 3m,017.						

Dans les trois premières expériences, le jaugeage a été fait de la manière suivante. On fait couler l'eau (la turbine étant arrêtée, et l'usine supérieure ayant plusieurs heures toutes ses vannes levées, afin de lâcher le produit naturel de la rivière) par une vanne de décharge ouverte de 0m,500 et large de 0m,993, pour laquelle le coefficient de contraction était 0m.62 au plus ; dans ces circonstances, le niveau de l'eau en amont de l'orifice s'est fixé d'une manière bien nette à 0m,825 du centre de cet orifice, en sorte que le volume débité par la vanne de décharge a été de 1,258 litres par seconde. On a ensuite procédé aux expériences nos 1, 2, 3, pendant tout le cours desquelles (une heure au moins) l'ouverture des orifices injecteurs est restée la même (0m,402), et le niveau d'amont s'est fixé, à quelques millimètres près, à la hauteur à laquelle il s'était tenu pendant le jaugeage. Enfin, les trois expériences finies, on a procédé à un nouveau jau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

geage par la même vanne de décharge que ci-dessus, levée de la même quantité ; l'eau s'est alors fixée à 0m,833 au-dessus du centre de l'orifice, ce qui a donné pour volume écoulé par seconde 1,244 litres. On a donc pu admettre que, pendant les expériences précitées, le volume absorbé par la turbine a été compris entre 1,238 et 1,244 litres par seconde ; soit, 1,241 litres.

La moyenne des expériences nos 1 à 3 donnant pour rendement, correspondant au volume des *basses eaux* plus de 81 p. 0/0, il est évident que la turbine nouvelle présente à cet égard un avantage considérable. Cependant on a voulu se rendre compte de ce qui arriverait si, par suite d'une sécheresse extraordinaire, le volume de la rivière baissait sensiblement au-dessous de 1,200 litres par seconde. C'est dans cette vue qu'ont été entreprises les expériences nos 4 et 5, dans lesquelles on n'employait qu'une partie de l'eau fournie par la rivière, et qui cependant ont encore donné un rendement *de près de* 70 p. 0/0.

Dans ces expériences, on jaugeait l'eau en la faisant passer, en *déversoir complet*, par-dessus un barrage provisoire établi en aval de la turbine et composé de madriers superposés sur une hauteur de 0m.94 au-dessus du radie de canal de fuite. On mesurait l'épaisseur de la lame avant sa dépression et avec les précautions convenables, et on calculait la dépense par la formule donnée par M. d'Aubuisson de Voisins. (*Traité d'hydraulique*, 2e édit. p. 88). On a trouvé ainsi 945 litres par seconde pour l'expérience n° 4, et 957 litres pour celle n° 5; en sorte que le jaugeage par la vanne de fond et celui par le déversoir établi en aval de la turbine ont concordé parfaitement entre eux, les nombres déduits de ces deux jaugeages étant précisément comme les ouvertures correspondantes, 0m,042 et 0m,032, des orifices injecteurs.

Dans les expériences nos 6 et 7, on s'est proposé de faire travailler la turbine avec beaucoup d'eau et peu de chute, celle-ci pouvant être diminuée à volonté au moyen du barrage établi en aval. On a continué à faire le jaugeage comme pour les expériences 4 et 5, c'est-à-dire par déversoir, et en se servant, vu l'épaisseur un peu plus forte de la lame d'eau de la formule page 93 de l'ouvrage précité. On a ainsi obtenu les deux nombres, 2,111 et 2,538 litres par seconde, lesquels sont bien en proportion avec les ouvertures correspondantes des orifices injecteurs.

En prenant la moyenne des sept expériences ci-dessus, on arrive au rendement de 70 p. 0/0. Ce chiffre a déjà été, à la vérité, obtenu avec d'autres turbines, mais il faut remarquer que, pour l'obtenir, on a dû se maintenir dans des conditions peu variées : ici, au contraire, la presque constance du rendement, dans les circonstances très-diverses où l'on a opéré, est un résultat digne d'attention, surtout pour les rivières dont le volume diminue beaucoup en été. En effet, c'est évidemment dans cette saison qu'il importerait que le rendement se maintînt également, et c'est précisément le contraire qui arrive en général.

On doit remarquer d'ailleurs que, soit sous le rapport du volume et de la chute, soit sous le rapport de la vitesse, les circonstances dans lesquelles ont été faites les expériences ci-dessus ont été sensiblement plus variables qu'elles ne le seront dans la réalité, en sorte qu'on peut espérer avec une grande probabilité de succès, d'une part, que le rendement moyen annuel sera bien près de 80 p. 0/0, si toutefois il ne l'attint pas, et d'autre part, que dans aucune saison, sauf le cas d'une sécheresse ou d'une crue tout à fait exceptionnelle, il ne descendra au-dessous de 70 p. 0/0.

Rapport fait à la Société d'encouragement dans sa séance du 6 septembre 1843, sur un appareil propre à tailler les dents des engrenages hélicoïdes de MM. Bréguet fils et Boquillon.

Par M. Calla fils.

L'ingénieur White présenta à l'exposition des produits de l'industrie française, en 1801, un nouveau système de roues à denture hélicoïde, dont les propriétés sont de transmettre le mouvement d'une manière uniforme et de travailler sous un frottement de roulement. Ces roues offrent aussi cette particularité que, dans le cas où leur exécution première n'aurait pas été parfaite, soit dans la forme des dents, soit dans l'exactitude de leur division, l'usure corrige les imperfections, rétablit la denture dans des conditions normales, et qu'ensuite elles travaillent pendant un temps indéfini sans éprouver d'usure sensible, si des circonstances étrangères à leur construction et à leur service régulier ne viennent pas déterminer cette usure.

On a fait des essais nombreux, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fréquentes applications de ce système de roues dentées, et aucun inconvénient n'est venu, à notre connaissance, démentir les promesses de l'auteur.

Cependant l'usage en est peu étendu, et nous sommes disposés à croire que la cause doit en être attribuée principalement aux difficultés que présentait l'établissement de l'appareil combiné par White pour l'exécution de sa nouvelle denture.

Cet appareil a été décrit dans son ouvrage intitulé : *A new century of inventions*, publié à Manchester en 1821. Ses principes sont très-simples en théorie; mais, quelque légères que soient ses difficultés pratiques, elles se sont trouvées suffisantes pour arrêter les développements auxquels on devait s'attendre.

Nous devons dire toutefois que M. Farcot, ingénieur-mécanicien à Paris, a exécuté, au moyen des procédés mêmes de White, un grand nombre de roues dentées hélicoïdes; il emploie même encore aujourd'hui une machine à fileter les pas de vis dont les rouages sont de cette nature, et témoignent, par leur long usage sans usure sensible, du mérite des propriétés du système de White.

Toutefois, nous le répétons, la construction de l'appareil de White n'était pas de nature à devenir familière à la généralité des mécaniciens; aussi MM. Bréguet et Boquillon se sont-ils attachés à le simplifier et à le rendre plus pratique.

Pour l'intelligence de ce qui va suivre, il suffit de rappeler que le principe des engrenages de White, appliqué aux roues droites, consiste à substituer, à la denture ordinairement employée, et qui est parallèle à l'axe de la roue, une denture inclinée par rapport à cet axe, de telle manière que, si cette roue avait une très-grande dimension dans le sens de la longueur de l'axe, elle deviendrait une véritable vis à plusieurs filets, filets dont le nombre serait égal au nombre de dents qu'on a voulu tailler dans la roue.

L'angle de cette inclinaison peut varier; White a adopté l'angle de quinze degrés; MM. Bréguet et Boquillon l'ont adopté également, et les expériences de ces auteurs ont démontré que cet angle remplissait bien le but de la pratique.

Deux systèmes différents sont présentés par MM. Bréguet et Boquillon pour l'exécution de cette denture.

Dans le premier système, la roue à tailler est fixe dans la longueur de l'axe, et reçoit seulement un mouvement de rotation pendant que la fraise ou l'outil taillant descend parallèlement à l'axe de la roue.

Dans le second système, l'outil taillant est fixe, et la roue reçoit à la fois un mouvement de translation dans le sens de la longueur de l'axe et un mouvement de rotation.

C'est dans la relation entre l'amplitude de chacun de ces deux mouvements que consiste l'élément de l'exécution de la denture hélicoïde. Dans le premier système, MM. Bréguet et Boquillon établissent cette relation par les moyens suivants :

Ils prennent une machine ordinaire à tailler les dents d'engrenage; derrière la hache ou porte-outil qui doit exécuter la denture par son mouvement vertical, ils établissent un arbre horizontal qui porte deux disques que nous désignerons par les lettres A et B, et dont l'un A est exactement d'un diamètre triple de celui B; une lame de ressort fort mince est attachée d'un bout à la hache porte-outil, et de l'autre à la surface cylindrique du disque A; une autre lame de ressort enveloppe le disque B, et un troisième disque C, fixé sur l'axe de la plate-forme divisée, axe commun à la roue à fendre. Cette seconde lame est attachée d'une manière invariable sur le disque B; mais, au moyen d'une espèce de pince avec vis de pression, on peut, à volonté, la rendre solidaire avec le disque C, ou permettre à ce disque de glisser dans la lame qui l'enveloppe. Le disque C est d'un diamètre exactement égal au diamètre de la roue à fendre.

D'après ce qui précède, on conçoit facilement que, lorsque la hache porte-outil descend pour opérer la fente d'une dent, elle fait parcourir à la distance du disque A un espace égal à celui qu'elle parcourt elle-même; que le disque B, dont le diamètre est trois fois plus petit que A, ne donne à la deuxième lame, et par conséquent au disque C, auquel le ressort est dans ce moment fixé, qu'un mouvement trois fois moindre que celui de la hache.

Or, si le mouvement circulaire de la surface cylindrique à tailler était égal au mouvement vertical de la hache, on produirait une denture inclinée à 45 degrés. Le mouvement de cette surface étant, au contraire, au mouvement vertical de l'outil dans le rapport de 1 à 3, il en résulte nécessairement que la denture sera à l'inclinaison voulue de 15 degrés.

Lorsqu'une dent a été ainsi taillée, on desserre la pince pour rendre le disque C libre dans la lame qui l'enveloppe,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on change la position de la roue à fendre au moyen de la division de la plate-forme et de l'alidade ordinairement employée à cet effet, on serre la pince pour rendre de nouveau la lame solidaire avec le disque, et on recommence l'opération pour une autre dent.

Le second système d'exécution présenté par MM. Bréguet et Boquillon consiste, comme nous l'avons déjà dit, à rendre l'outil taillant entièrement fixe, et à donner à la fois à la roue à tailler un mouvement de translation rectiligne et un mouvement de rotation ; voici comment ils ont réalisé cet autre système en l'appliquant à une machine ordinaire à planer ou à canneler.

Sur une plate-forme qui peut se mouvoir sur les glissières da la machine, on établit une espèce de poupée de tour, dont l'arbre porte à l'une de ses extrémités la roue à tailler, et à l'autre un disque que nous désignerons par la lettre D. Sur la même plate-forme et parallèlement à l'axe de la roue à fendre est un autre arbre tournant dans deux collets ; cet arbre reçoit d'un bout un disque E, d'une grandeur égale au tiers du disque D, et de l'autre une roue d'angle. Un troisième arbre perpendiculaire aux deux premiers porte une roue d'angle égale à la première et engrenant avec elle ; il reçoit aussi un disque F, dont le diamètre doit toujours être égal à celui de la roue à fendre ; une lame de ressort combinée avec une pince à vis de pression, comme dans le premier système, unit les deux disques E et D, ou les laisse indépendants, au choix de l'opérateur ; une autre lame à ressort fixée à demeure par une de ses extrémités sur un point fixe de la machine est également invariablement attachée par l'autre bout au disque F.

Enfin une plate-forme divisée ou une roue dentée ordinaire est fixée sur l'axe portant la roue à fendre pour déterminer la quantité et la distance des dents hélicoïdes qu'on veut tailler.

Un cadre en fonte, assujetti sur les parties fixes de la machine, est ouvert de manière à livrer passage à la roue à fendre, et il porte à sa partie supérieure le burin fixe qui doit tailler les dents.

De la combinaison des disques que nous venons d'exprimer résultent les effets suivants :

Lorsque l'on imprime à la plate-forme mobile un mouvement rectiligne horizontal pour amener la roue à fendre sous le burin, la lame métallique qui est attachée à un point fixe, en se développant sur le disque F, détermine dans ce disque un mouvement de rotation qui est transmis, par les deux roues d'angle et par les disques E et D, à l'axe de la roue à fendre et à cette roue elle-même ; nous avons dit que la grandeur du disque F était toujours déterminée par la grandeur de la roue à fendre et égale à cette dernière.

Si les disques E, D, étaient aussi égaux entre eux, il en résulterait que le mouvement donné au disque F, par le développement de la lame fixe, serait intégralement transmis à la roue à fendre, que cette roue recevrait un mouvement de rotation égal à son mouvement de translation rectiligne, et que la denture serait inclinée à 45 degrés ; mais comme le disque moteur E n'a pour diamètre que le tiers du disque commandé D, le mouvement rotatoire imprimé à la roue à fendre n'a pour amplitude que le tiers de son mouvement rectiligne, et l'inclinaison de la denture n'est, comme dans le premier système, que de 15 degrés.

Lorsqu'une dent a été taillée, on dégage la lame métallique mobile en desserrant la pince, et on change la position de la roue comme cela a lieu pour le premier système.

Vous le voyez, les combinaisons de MM. Bréguet et Boquillon sont simples ; elles offrent ce mérite particulier que, quelles que soient les dimensions en diamètre ou en longueur de la roue à fendre (entre les limites, toutefois, que comporte la machine qu'on emploie), aucun changement n'est nécessaire dans les organes du mécanisme, si ce n'est un disque à substituer à un autre ; aucun calcul, aucune opération graphique n'est nécessaire ; il suffit de mesurer exactement le diamètre de la roue sur laquelle il s'agit d'operer, et de placer sur l'appareil un disque d'un égal diamètre. La simplicité de cette opération est d'une grande importance et nous paraît propre à généraliser l'emploie des roues à denture hélicoïde : qui ne sait, en effet, combien peu d'ouvriers se détermineraient à prendre la peine de tracer une épure, quelque simple qu'elle soit, pour l'exécution d'une roue dentée, travail qui se fait depuis tant d'années sans aucune opération géométrique? et cependant le système employé par White exige ce travail préliminaire. Ce n'est pas le lieu de donner ici nne reproduction complète de ce dernier système; mais nous pouvons dire cependant que son exécution matérielle offrait, par ses combinaisons, plusieurs inconvéniens pratiques.

Ces inconvénients n'étaient pas graves,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans doute ; mais nous sommes très-disposés à croire qu'ils ont suffi pour détourner les praticiens de tenter l'emploi de ce système d'engrenages ou d'y persévérer.

Il y a lieu de féliciter MM. Bréguet et Boquillon de s'être attachés à rendre plus facile l'exécution des dentures hélicoïdes, et nous pensons aussi qu'ils ont rendu un véritable service à l'industrie. Ils ne se sont pas bornés d'ailleurs à de simples combinaisons de cabinet ; les deux systèmes que nous venons de décrire ont reçu des applications, et nous avons vu, dans deux ateliers différents, des appareils construits sur leur principe.

L'un, établi sur le premier système, a été d'abord appliqué à l'exécution des engrenages qui font partie d'un appareil construit par M. Arago, pour servir à des expériences sur la vitesse de la lumière ; l'autre est une application du second système, et existe dans les ateliers de M. Pihet. Nous avons vu ces appareils et leurs produits, et nous en avons conçu l'espoir de les voir bientôt répandus dans l'industrie de l'horlogerie et de la construction des machines.

M. Théod. Olivier; qui s'est spécialement occupé de la théorie des engrenages, a fait remarquer que, dans l'un et l'autre système employés par MM. Bréguet et Boquillon pour tailler les engrenages cylindriques à dents hélicoïdales, on pourrait très-facilement, dans le premier où l'outil se meut, diriger cet outil, non-seulement parallèlement à l'axe du cylindre à tailler, comme ces Messieurs le font, mais que l'on pourrait le diriger de manière à ce qu'il parcourût une droite coupant l'axe de la rondelle à tailler, sous un angle dont l'amplitude pourrait être aussi petite ou aussi grande qu'on voudrait, et alors on tillerait un engrenage conique.

Si l'on faisait parcourir à l'outil une ligne qui, tout en formant avec l'axe de la rondelle à tailler un angle dont la grandeur pourrait varier à volonté, ne couperait pas l'axe de la rondelle, on pourrait exécuter un engrenage hyperboloïdique.

Dans le deuxième système où l'outil est fixe, et où le chariot porte la rondelle à tailler qui a un mouvement de translation, on pourrait très-facilement construire ce chariot et placer l'axe de la roue à fendre de manière que l'outil agît dans ce second système comme nous l'avons dit ci-dessus.

C'est la facilité de compléter les systèmes de MM. Bréguet et Boquillon qui doit les faire distinguer de celui employé par White, car pour chaque espèce d'engrenage il faudrait, d'après le système de White, une machine spéciale ; tandis qu'une seule machine peut être facilement disposée dans les systèmes présentés par MM. Bréguet et Boquillon, de manière à denter des engrenages ou cylindriques, ou coniques, ou hyperboloïdiques.

En résumé le conseil d'administration considérant que MM. Bréguet et Boquillon ont fait une application utile du système d'engrenage de White dont ils ont rendu l'exécution plus facile par l'invention d'un appareil propre à tailler les dents hélicoïdes, leur a décerné une médaille d'argent.

Mode pour alimenter d'eau les chaudières des machines à vapeur.

Par M. W.-R. Shaw, ingénieur.

Le mode que je propose pour alimenter d'eau les chaudières des machines à vapeur consiste dans la construction d'un appareil nouveau dont je ferai connaître les dispositions en supposant qu'il s'agisse de l'appliquer à une machine locomotive.

La fig. 28, pl. 52, est une section verticale de l'appareil où l'on voit la disposition et l'arrangement des diverses parties et sa contiguïté avec la chaudière de la machine; A est un vase cylindrique destiné à recevoir à sa partie inférieure l'eau d'alimentation de la bâche du tender par l'entremise du tuyau et du robinet D. B est un autre tuyau à robinet par lequel on fait arriver la vapeur de la chaudière dans la partie supérieure de ce vase cylindrique. C un tube recourbé formant la communication entre le fond du cylindre A et la chaudière, et sur laquelle est placée une soupape E qui s'ouvre dans la chaudière.

La situation de l'appareil relativement à la chaudière, doit être telle que l'extrémité inférieure du cylindre A soit exactement au niveau de l'eau dans la chaudière, ou à peu de chose près.

La fig. 29 est une projection horizontale du sommet de l'appareil.

La fig. 30 une coupe horizontale du cylindre prise à la hauteur de la ligne x, y, fig. 28.

Ce cylindre A, qui contient, comme il a été dit, l'eau d'alimentation, renferme un flotteur en bois G ajusté exactement à son intérieur où il doit fonctionner comme un piston. Les passages par les tubes B et D étant ouverts en tournant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les robinets, la vapeur se précipite immédiatement dans le cylindre et le remplit; le flotteur G que nous supposons placé alors au fond du cylindre y reste, mais en fermant le tuyau B la vapeur se condense immédiatement à l'intérieur du cylindre et y produit un vide partiel. Par suite de ce vide, l'eau arrive du réservoir par le tuyau et le robinet ouvert D, et remplit en partie le cylindre A en soulevant le flotteur G et l'élevant vers le sommet du cylindre; alors en fermant la voie D par un tour du robinet et ouvrant le tuyau B la vapeur de la chaudière afflue une seconde fois dans le vase cylindrique, où elle ne se condensera pas immédiatement par suite des propriétés peu conductrices du flotteur en bois G. On voit qu'en ce moment la force élastique de la vapeur dans la chaudière agit également sur les deux faces du flotteur par la libre communication avec le tuyau B et en pressant sur la soupape E, mais l'eau dans le cylindre A étant au-dessus du niveau de celle de la chaudière l'emportera en vertu des lois de la gravité et descendra par le tuyau C pour s'échapper par cette soupape E dans la chaudière. Le cylindre ayant ainsi été déchargé, la soupape E se refermera et s'opposera au retour de l'eau dans ce cylindre. Le robinet du tuyau B est alors fermé et celui du tuyau D ouvert; dans cet état la vapeur occupant la portion inférieure du cylindre est de nouveau condensé et il se reproduit un vide partiel comme auparavant; l'eau s'élance aussitôt dans le tuyau D, remplit le cylindre, et soulève une seconde fois le flotteur G.

La répétition de ce jeu déchargera donc dans la chaudière toute l'eau renfermée dans le cylindre, et en continuant à ouvrir et à fermer les robinets suivant l'ordre indiqué, la chaudière sera constamment alimentée d'eau. Le jeu des robinets de l'appareil ou des soupapes qui les remplaceront peut s'exécuter de bien des manières par des transmissions de mouvement de la machine: il me suffira donc d'indiquer quelques-uns de ces moyens.

On peut mettre en communication le robinet D avec une roue portant une vis sans fin qui fait jouer ce robinet et qui emprunte son mouvement à un des essieux de la machine ou à une poulie et une courroie rejetées sur le tender. Une tige à mouvement alternatif ou de rotation peut faire jouer les deux robinets; enfin on est libre d'appliquer toutes les dispositions usitées en pareil cas pour produire le mouvement alternatif des soupapes, robinets, pièces marchant en va-et-vient dans les machines, etc.

On conçoit que ce mode d'alimentation dont j'ai donné un exemple d'application aux locomotives peut être modifié de bien des manières pour l'adapter aux autres machines à vapeur, tout en lui conservant son principe, et comme rien ne sera plus facile aux ingénieurs que de faire ces applications, je crois inutile d'entrer dans des développements plus étendus.

Sur la force nécessaire à la manœuvre de la pompe à air dans les machines à vapeur à condensation.

Nous ne croyons pas qu'on ait encore publié d'expériences faites en employant un indicateur, pour la détermination de la force nécessaire pour manœuvrer la pompe à air d'une machine à vapeur à condensation. Nous profitons donc d'une circonstance où l'indicateur ordinaire a été appliqué au couvercle de la pompe à air d'un bateau à vapeur lancé et équipé dernièrement sur la Clyde, pour entrer à cet égard dans quelques détails.

Le style ou crayon de l'indicateur a décrit la courbe représentée dans la fig. 51, pl. 32. Lorsque le piston à clapets de la pompe à air a été à l'extrémité inférieure de sa course, le crayon de l'indicateur était en *a*, en indiquant un vide faisant équilibre à $0^{kil.},863$ par centimètre carré au-dessous de la pression atmosphérique. A mesure que le piston s'est élevé, la pression de l'air comprimé et de la vapeur qui avaient passé au-dessus de l'un a augmenté jusqu'à ce que le crayon ait atteint le point *b* où la pression marquée a été $0^{kil.},432$ au-dessus de la pression atmosphérique.

Vers cette hauteur de la course, le clapet d'évacuation paraît s'être soulevé et avoir donné une issue secondaire à l'air, ce qui a fait immédiatement redescendre la pression à $0^{kil.},072$ au-dessus de l'atmosphère, ainsi qu'on l'observe par la marche descendante du crayon jusqu'au point *c*. En ce point, le clapet d'évacuation doit avoir éprouvé une action de la part de l'eau qui était poussée au-dessus du piston, et la force nécessaire pour chasser l'eau à travers le clapet et le tuyau de décharge a fait monter le crayon à son point le plus élevé en *d* indiquant un maximum de pression de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

0kil.,577 au-dessus de la pression atmosphérique. Lorsque le piston à clapet a commencé son mouvement de retour ou à redescendre, la pression au-dessus de lui a diminué très-rapidement, ainsi que le fait voir la ligne *e*.

Voici les dimensions des pièces de la machine.

	mèt.
Diamètre du grand cylindre travailleur.	1.575
Longueur de course de son piston.	1.800
Course du tiroir.	0.384
Recouvrement sur le côté de la vapeur.	0.095
Recouvrement sur le côté du condensateur.	0.030
Aire de la lumière de la vapeur 0m.6432 × 0m.016.	
Interruption de la vapeur aux 3/4 de la course du piston.	
Poids de la soupape de sûreté 0kil.432 par centimètre carré.	
Diamètre de la pompe à air.	0.937
Longueur de course de *id.*	0.988
Diamètre du tuyau d'évacuation de *id.*	0.312

La fig. 32 est la représentation de la marche d'un autre indicateur placé sur le couvercle du cylindre travailleur de la même machine et au même instant.

Comme on peut admettre que la pression au-dessous du piston à clapet de la pompe à air a été à peu près constante et d'environ 0kil.,865 au-dessous de celle atmosphérique, c'est-à-dire la pression minimum marquée par l'indicateur, il est évident que la pression qui a dû s'opposer au mouvement d'ascension de ce piston dans un point quelconque de sa course est mesurée par la hauteur du style dans ce point, au-dessus de la ligne *ah*, plus le poids de l'eau élevée à chaque coup par ce piston. En divisant par conséquent la longueur de la course du piston en huit parties égales, et prenant sur l'indicateur la pression moyenne sur le piston à clapet pendant chacune de ces parties, le calcul de la force nécessaire pour faire fonctionner la pompe à air, indépendamment du frottement, sera comme il suit :

	mèt.
Pression sur le piston au 1er 8e de sa course.	0.000
2e	0.036
3e	0.072
4e	0.144
5e	0.432
6e	0.936
7e	1.116
8e	1.300
	4.036

Par conséquent, la pression moyenne par centimètre carré sera 0kil.,504.

Nous devons déduire de ce résultat la pression agissant sur le piston pendant sa descente et qui favorise le mouvement de la machine. Cette pression donnée par l'indicateur, est :

	mèt.
Pendant le 1er huitième de la course.	0.612
Pendant le 2e.	0.011
Pendant le reste de la course.	0.000
	0.623

Si on divise le total par 8, on aura 0kil.,078 pour la pression moyenne sur le piston pendant sa descente, et par conséquent pour la pression retardative totale donnée par l'indicateur, 0kil.,504 —0kil.,078=0kil.,426.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Indépendamment de cette pression, il y a encore le poids de l'eau élevée à chaque coup dont il convient de tenir compte. Comme le clapet de vidange paraît s'ouvrir pour faire évacuer l'eau près du point *c*, nous devons en conclure que la pompe à air enlève et évacue environ un quart de la capacité de son cylindre à chaque coup : or, le poids de cette quantité d'eau étant 170 kilog., il s'ensuit qu'en le divisant par 6895 centimètres carrés que présente l'aire du piston, on a $0^{kil.},0246$ pour la pression par centimètre carré produite par l'élévation de l'eau à chaque coup. On a donc pour la pression totale $0^{kil.},4260 + 0^{kil.},0246 = 0^{kil.},4506$ pour la pression totale qui s'oppose au mouvement ascensionnel du piston, déduction faite de celle qui le favorise dans la descente. Ces $0^{kil.},4506$, s'opposant ainsi à son mouvement ascensionnel équivalent à $\frac{0^{kil.},4506}{2} = 0^{kil.},2253$, s'opposant à son mouvement dans les deux sens, et comme la capacité de la pompe à air est d'environ un cinquième de celle du cylindre, il s'ensuit qu'une pression de $0^{kil.},2253$ agissant sur le piston à clapet de cette pompe à air equivaut à $\frac{0^{kil.},2253}{5} = 0^{kil.},045$ environ agissant sur le piston travailleur. Ce chiffre représente donc la portion de la pression de la vapeur qui est consommée pour faire fonctionner la pompe à air, mais sans y comprendre le frottement.

Ce serait peut-être aller un peu loin que de prétendre que ce soit là la mesure exacte de la force employée à la pompe à air dans la majorité des machines à vapeur à condensation, mais ce serait certainement un document fort intéressant à ajouter à nos connaissances sur le travail des machines, que de recueillir ainsi et de publier pour les différentes machines en fonction des résultats semblables à ceux que nous venons de faire connaître.

Nouveau modèle de chaudières pour les bâtiments à vapeur.

Depuis l'année dernière, on voit naviguer sur la Tamise des bâtiments à vapeur qui présentent un modèle de chaudière qui paraît nouveau au moins pour les machines à vapeur de navigation. Il paraît qu'on se propose d'appliquer maintenant ce même mode de chaudière aux bâtiments qui naviguent sur la mer, et l'on croit que cette introduction amènera certainement une révolution complète dans l'art de la navigation à la vapeur. Nos lecteurs s'attendent sans doute à ce que nous leur présentions des détails étendus sur cette invention, mais voici les seuls documents que nous avons pu encore recueillir à cet égard.

Le modèle de chaudière dont nous avons parlé est du genre tubulaire des locomotives, c'est-à-dire que les bouilleurs et les carneaux par lesquels s'échappe la fumée, se composent d'un grand nombre de tubes comme dans ces dernières machines, tandis que le foyer conserve à peu près la forme qu'il a aujourd'hui dans les machines à vapeur de navigation. Ces chaudières toutefois bien plus solides que celles ordinaires, et les boîtes, enveloppes, foyers, etc., sont en tôle extra-forte, et les parois ainsi que les extrémités sont partout très-solidement reliées entre elles. Nous aurons peut-être occasion prochainement d'en présenter un dessin, mais pour le moment nous nous bornerons aux considérations suivantes.

L'adoption de ce modèle de chaudière permet de faire fonctionner les machines à vapeur marines sous une plus haute pression de vapeur qu'on ne l'a fait jusqu'à présent sans qu'il y ait plus de danger, et rend par conséquent praticable le développement complet du système de l'expansion; on obtiendra donc ainsi une grande économie sur le combustible, ainsi que sur la capacité qu'occupe la chaudière. En effet, les chaudières du nouveau système n'occupent pas à poids égal la moitié de l'espace qu'elles prennent encore suivant l'ancien plan.

Il existe deux objections qui se présentent d'elles-mêmes à l'esprit du praticien, relativement à l'emploi des tubes des locomotives sur les bâtiments à vapeur, savoir : que les bouilleurs se couvriront bientôt d'incrustations, et que la suie s'y accumulera dans les carneaux ; mais ces objections ne paraissent nullement fondées dans le plan qu'on paraît avoir adopté. Les incrustations n'adhèrent pas au laiton avec la même ténacité qu'au fer, et même dans le cas de tubes en fer l'emploi de la pompe pour décharger la chaudière de la saumure ou eaux concentrées s'opposera toujours à ce qu'il se forme des incrustations bien considérables dans ces parties, et l'adoption qu'on fera des houilles du pays de Galles, donne également lieu d'espérer, du moins en Angleterre, qu'il n'y aura pas non plus de dépôt matériel de suie dans les car-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

neaux ; d'ailleurs, quand il y en aurait, il sera facile de l'enlever en réservant une porte à la partie antérieure de la chaudière par laquelle on pénétrera dans les carneaux.

C'est à MM. Miller et Ravenhill qu'on doit l'introduction de ce nouveau mode de chaudière. Les chaudières du *Blackwall* et du *Prince of Wales* établies par ces habiles constructeurs sont sur ce plan, et il sortira bientôt de leurs ateliers des chaudières semblables pour l'*Infernal*, nouveau steamer du gouvernement dont on monte actuellement les machines.

Le gréement de ce dernier navire servira à faire une épreuve décisive sur les qualités de ces chaudières installées sur les bâtiments à vapeur qui tiennent la mer ; quant à leur succès, il ne saurait être douteux d'après les nombreuses expériences qui ont déjà été faites en rivière sur cette nouvelle application.

Projet de perfectionnement de la navigation, et spécialement de la navigation à vapeur.

Par M. P. Lefebvre.

Dans toutes les questions de mécanique où il s'agit de surmonter des résistances, comme par exemple dans la locomotion sur terre, on ne s'occupe pas seulement du système qui doit se mouvoir, on n'améliore pas seulement la voiture, le mode d'attelage ; on s'occupe aussi avec grand avantage du moyen de diminuer la résistance qui s'oppose au mouvement ; c'est pour cela qu'on construit les routes ferrées, pavées et les chemins de fer.

Or jusqu'ici dans le problème de la navigation on n'a pensé qu'à agir sur le corps flottant ; il reste à résoudre la deuxième partie du problème, à opérer sur le fluide en vue de diminuer la résistance si tant est que la chose soit possible.

C'est dans cette voie toute nouvelle que nous voudrions entrer. Pour expliquer ce que nous voulons faire, il nous faut dire quelques mots du mode de résistance des fluides.

Résistance des fluides. La résistance qu'oppose un fluide au mouvement d'un corps flottant peut être considérée comme se composant de trois parties principales :

1° La résistance nécessaire pour produire l'écartement des filets fluides afin de livrer passage au corps en mouvement qui pénètre la masse liquide, comme un coin s'enfonce dans un corps solide.

D'après Dubuat et les expériences des auteurs qui se sont occupés de la question, on admet : que la forme des filets écartés et infléchis reste la même pour un même corps quand bien même sa vitesse vient à changer, or c'est cette déviation constante qui constitue la résistance propre du liquide, celle qui est nécessaire pour qu'il soit écarté et remplacé par le corps en mouvement.

S'il ne se produisait pas d'autres phénomènes, ou si leur action était peu importante, ce qui a lieu pour le halage aux faibles vitesses, la résistance, la même par unité de longueur, puisque les réflexions restent les mêmes, devrait être proportionnelle à la vitesse, tandis que les expériences démontrent qu'elle est sensiblement proportionnelle au carré de celle-ci. La plus grande part de la résistance, spécialement aux grandes vitesses, dépend donc d'autres éléments que nous allons examiner.

2° La deuxième partie de la résistance est celle qui correspond au travail absorbé à imprimer au liquide la vitesse convenable pour qu'il livre passage au corps flottant.

Quand un bateau se meut dans un fluide avec une vitesse un peu considérable, l'avant rencontre une masse liquide qui, à cause de son inertie, ne pouvant se dérober assez rapidement, oppose une résistance qui croît avec la vitesse.

Il en résulte donc surtout à la partie la plus avancée de l'avant une pression à laquelle s'ajoute celle due à la non-pression qui se produit à l'arrière par la lenteur de l'eau à remplir le vide formé par le passage du bateau, due aussi à l'inertie.

Or, par suite de l'égalité de pression en tous sens dans les liquides, la masse fluide rencontrée prend un mouvement oblique le long des faces de l'avant ; dans ce sens existe une moindre pression résultant du vide formé à l'arrière par le mouvement du bateau que le liquide qui glisse le long de ses flancs vient remplir.

Les effets dont nous parlons ici, ne se produisent d'une manière bien sensible que sur la masse liquide rencontrée par la partie extrême de l'avant qui constitue le remous, que les constructeurs s'ingénient à diminuer par les formes les plus convenables des proues.

La vitesse que prend le liquide compris dans le remous, contribue, il est vrai, à diminuer la résistance que celui qui rencontre les parties postérieures de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'avant, opposerait au mouvement du bateau, si cette vitesse se communiquant de proche en proche ne déterminait le glissement de ces parties le long des surfaces obliques de l'avant.

Il n'en est pas moins vrai cependant que la dépense du travail nécessaire pour imprimer le mouvement au liquide compris dans le remous cause, pour la très-majeure partie, une résistance nuisible correspondant à la vitesse que conserve l'eau inutilement, et il est avantageux de diminuer sa masse comme le démontre l'expérience des constructeurs. Elle reste toujours beaucoup supérieure à celle qu'il serait peut-être nuisible de supprimer entièrement, et qui sert à déterminer le mouvement des parties liquides qui rencontrent les faces de l'avant. Le système que nous proposons a d'ailleurs sous ce rapport l'avantage d'accroître la mobilité des molécules liquides dans les premiers instants, et par suite leur action oblique sur les portions voisines du liquide.

3° La résistance correspondant à la perte des forces vives, due au choc du bateau en mouvement rencontrant l'eau.

Pour se rendre compte de cet effet, il faut remarquer que l'inertie et l'incompressibilité de la masse fluide empêchant comme nous venons de le dire le déplacement du liquide, surtout à l'extrémité de la proue, celui-ci oppose une résistance directe, pendant un instant, de la nature de celle qu'opposerait un obstacle fixe qui peut devenir très-considérable quand la vitesse du corps en mouvement est très-grande. Il en résulte une impulsion directe du fluide par le corps flottant, qui donne naissance aux phénomènes de la *proue fluide* observés par Dubuat, et à un mouvement de translation en avant, communiqué à une partie du fluide rencontré.

On conçoit que cet effet ne peut avoir lieu sans une consommation considérable de forces vives. Pour en donner une idée, nous nous contenterons de rapporter l'expérience si curieuse de M. Piobert, qui, ayant tiré des boulets de canon dans l'eau, vit leur mouvement s'amortir avec une extrême rapidité, ce qui prouve bien l'effet de l'inertie et que sa résistance était de la nature de celle d'un obstacle fixe; le choc à l'entrée était tel que des obus de 6 pouces lancés avec une vitesse de 250 mètres étaient constamment brisés par le choc.

La résistance due au mouvement du fluide et celle due au choc, doivent être proportionnelles au carré de la vitesse, et c'est sans doute parce que cette portion de la résistance totale excède beaucoup la première, que toutes les séries d'expériences accusent la loi des carrés.

Nous concluons de tout ce que nous venons d'exposer, que si on se propose de diminuer, en agissant sur le fluide, la résistance qu'il oppose à un corps en mouvement, il faut :

Soit 1° diminuer l'effort nécessaire pour écarter les filets fluides;

Soit 2° diminuer la quantité de mouvement qui est imprimée au fluide, principalement à celui qui forme les remous;

Soit 3° diminuer l'effet du choc qui a lieu à la rencontre du fluide en repos par le corps en mouvement.

Ce sont ces effets qu'il nous a paru possible d'obtenir du système dont nous allons donner la description.

Système proposé. Ce système consisterait dans l'installation à bord d'un bateau à vapeur, d'une machine soufflante (celle à piston serait sans doute la plus avantageuse, vu surtout l'extrême facilité qu'on a à la faire mouvoir par la machine à vapeur) qui chasserait de l'air dans l'eau au moyen d'un tuyau placé à la partie inférieure de l'avant. Ce tuyau serait percé à la partie supérieure d'un grand nombre de petits orifices et l'air arrivant dans l'eau par de petits filets rendus discontinus par la progression du bateau et le mouvement de l'eau formerait dans la masse une multitude de globules. L'eau enfin serait ainsi amenée à l'état d'un liquide en ébullition et formerait un mélange d'une densité d'autant moindre, que la quantité d'air lancée serait plus grande.

Il paraît facile de constituer à cette espèce d'état mixte la partie du liquide, fraction assez faible du volume déplacé qui forme le remous antérieur et qui est choquée avec le plus de vitesse par la partie la plus avancée de l'avant, sans produire d'autre effet nuisible que d'élever, d'une manière insignifiante, le niveau du liquide en cette partie; car la majeure partie de l'eau, remplacée par l'air dans cette action de bouillonnement, s'écartera latéralement après avoir été un peu élevée au-dessus du niveau général. Elle ne saurait en effet se maintenir en gerbe isolée.

Ce système nous paraît devoir beaucoup diminuer la résistance.

1° Parce que l'effort nécessaire pour écarter les filets fluides sera moindre de celui qui serait nécessaire pour écarter le volume correspondant à la partie de l'air qui se dégagera pendant le temps de cette action d'écartement. Ce sera le même effet que si une partie liquide à écarter était supprimée.

2° Parce que la quantité de mouve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment imprimée au fluide compris dans le remous sera considérablement diminuée.

Cet effet, correspondant à la masse en mouvement, est proportionnel à la densité; or le volume restant le même et la densité de l'air étant presque nulle, relativement à celle de l'eau, la perte de forces vives sera donc diminuée de toute la quantité qu'eût absorbée le volume d'eau remplacé par un volume d'air.

3° Parce que le choc qui a lieu à la rencontre du fluide en repos par le corps en mouvement et dont l'effet croît rapidement avec la vitesse, absorbera une moindre quantité de travail : parce que outre l'effet indiqué ci-dessus, par l'effet de l'espèce de coussin élastique que formera le mélange d'eau et d'air, le choc aura lieu entre des corps élastiques, au lieu d'avoir lieu entre des corps privés d'élasticité, et cela d'autant plus que l'air s'élevant le long des faces inclinées de l'avant qu'il rencontre s'accumulera à l'endroit du contact du bateau et de l'eau.

Nous pensons donc être fondés à conclure de ce qui précède, que le mouvement d'un bateau rencontrant ce nouveau fluide élastique composé d'eau et d'air d'une densité bien moindre que celle de l'eau, sera produit avec une moindre dépense de forces motrices, ou bien en augmentant celles-ci, et appliquant une partie à l'établissement du système proposé, qu'on fera croître la vitesse résultant des systèmes de locomotion déjà employés et auxquels son effet viendrait s'ajouter.

Mais il faudrait savoir jusqu'à quel point il est avantageux d'utiliser ainsi la force motrice; or pour cela il faudrait calculer d'une part la force nécessaire pour l'insufflation de l'air; et de l'autre, l'effet produit en proportion du volume lancé et de la position de l'eau qu'il remplace par rapport au bateau. Malheureusement il nous paraît impossible dans l'état actuel de la science de pouvoir se rendre un compte un peu approché de cet effet. Il faut donc recourir à quelques expériences préparatoires.

Nous pensons cependant que, dût la proposition d'effet utile de ce système être moins considérable qu'on ne peut l'espérer, il doit permettre par sa combinaison dans certaines proportions avec le système actuel, de dépasser la limite du maximum de vitesse qu'il a été possible d'obtenir jusqu'à ce jour. Cette limite résultant bien plus de la diminution rapide de la proportion d'effet utile de l'appareil moteur, quand on augmente sa vitesse, que de la difficulté d'accroître la force motrice; il deviendra souvent plus avantageux d'employer le nouveau système que l'ancien pour obtenir les derniers accroissements de vitesse.

En effet, à mesure que la vitesse augmente, la proportion d'effet utile doit croître rapidement pour celui-ci, car la dépense croissant comme la quantité de fluide rencontré, c'est-à-dire, comme la vitesse, l'effet utile ou la diminution de résistance correspondant au choc ou à la communication de forces vives doit croître comme le carré de celle-ci.

Il paraît donc que le succès commercial de ce système est probable, surtout pour le cas où il importe d'obtenir avant tout de grandes vitesses, condition souvent la plus importante de toutes.

Contracteurs des ressorts pour des véhicules sur chemins de fer.

Par M. J.-M. Rankine, ingénieur.

L'auteur, dans un mémoire lu à l'institution des ingénieurs civils de Londres, a décrit une invention propre à adapter l'action des ressorts des véhicules qui circulent sur les chemins de fer aux charges variables, de manière à donner la même douceur et la même aisance dans le mouvement de ces véhicules lorsqu'ils sont lourdement chargés, tout en leur conservant leur flexibilité pour les charges légères. L'effet de cette invention est donc de rendre la force et la roideur du ressort croissantes en proportion de la charge qu'on place dessus.

Pour cela chaque extrémité du ressort, au lieu d'avoir une menotte ou un rouleau comme à l'ordinaire, porte une petite plaque convexe de fonte. La forme et la position de cette plaque sont ajustées de telle façon que lorsque la voiture est déchargée, elle porte sur l'extrémité du ressort en lui permettant ainsi d'exercer toute la flexibilité dont il peut jouir. Mais comme la plaque est convexe, plus la charge augmente, plus aussi les extrémités du ressort descendent, et le point d'appui de la plaque sur le ressort approche du centre de celui-ci, de façon que cette plaque convexe ou le contracteur comme l'appelle l'inventeur, tend à diminuer la longueur virtuelle du ressort en proportion de la charge; le résultat de cette disposition est donc d'augmenter la force du ressort en raison inverse de sa longueur virtuelle, et sa roideur aussi en raison inverse du cube de cette même quantité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Rankine a présenté dans son mémoire sous forme de tableau, les détails et les résultats de quelques expériences qu'il a faites avec des ressorts de ce modèle, qui sont employés actuellement sur le chemin de fer d'Edimbourg à Dalkeith. Ces ressorts ont $1^m,219$ de longueur et chacun consiste en dix lames, d'une épaisseur chacun de $0^m,01269$ et d'une largeur de 0^m0698.

Les contracteurs ont été fondus sur un rayon de $0^m,311$ et établis de manière à ne pas agir avant que la charge sur chaque ressort excède 3 quintaux métriques. Avec une charge de 15 quintaux, la distance entre les points d'appui se trouve réduite de $1^m,219$ à $1^m,016$, au moyen de quoi la force du ressort augmente dans le rapport de 6 à 5 et sa roideur dans celui de 216 à 125.

Les avantages qu'on a reconnus à ces ressorts sur le chemin de fer en question ainsi que sur d'autres lignes, sont les suivants : 1° ils donnent un mouvement aussi doux pour un seul voyageur dans une voiture que quand il y en a 40 à 50; 2° ils diminuent l'usure tant des véhicules que de la voie; 3° ils produisent la résistance et la raideur pour la charge maxima avec un moindre poids de métal; 4° ils ne sont pas plus dispendieux que ceux à rouleaux; 5° enfin ils ne présentent rien d'étrange à la vue, et même on ne s'aperçoit pas ainsi de leur changement dans les convois, à moins qu'on ne les fasse remarquer particulièrement.

Expériences pour déterminer la pression exercée par l'eau en mouvement contre différentes surfaces perpendiculaires et obliques, immobiles et entièrement plongées dans un courant regardé comme indéfini; loi qui semble résulter de ces expériences.

Par M. FOURNEYRON.

L'auteur de ce travail intéressant qui est fort étendu, et dans les détails duquel nous ne pouvons entrer, a résumé ainsi qu'il suit les conclusions de son Mémoire :

1° Si, après avoir mesuré la section et la vitesse moyenne d'un courant, lorsque l'eau coule librement, on y introduit une surface, un plan mince pour l'exposer à son action, sous tous les angles possibles, le régime est changé : la section et la vitesse acquièrent d'autres valeurs.

2° Le niveau de la surface de l'eau se relève en amont du plan choqué, et l'exhaussement est à peu près proportionnel à l'aire de ce plan multipliée par le sinus de l'angle d'incidence, pourvu que les parois de la rivière restent verticales et assez élevées pour que l'eau ne déborde nulle part et continue à affluer sans perte.

3° Dans la région des filets qui marchent directement à la rencontre de la surface exposée, la vitesse de l'eau diminue à mesure que l'angle d'incidence devient plus grand. En dehors de cette portion du courant, la vitesse suit une marche inverse, elle augmente sensiblement.

4° La moyenne de toutes les vitesses, prises dans une section située à 1 mètre et $1^m,50$ en amont de l'appareil, est plus petite que celle qui avait lieu avant l'introduction de la surface dans le courant; l'aire de la section est plus grande dans le même rapport, et le produit de l'une par l'autre de ces deux quantités donne le volume primitivement jaugé.

Il s'ensuit que la vitesse du courant, avant l'exposition des corps choqués, ne peut pas être celle en vertu de laquelle la pression s'exerce contre ces corps.

5° La tension du dynamomètre qui mesure le choc, normalement à la surface, augmente avec l'angle d'incidence *à gauche*, depuis zéro jusqu'à 90 degrés, c'est-à-dire jusqu'au moment où la surface se présente perpendiculairement au courant. Dans ce cas, la pression atteint son maximum.

Entre ces deux positions extrêmes, l'angle d'incidence a été constamment à gauche; je dis alors que le choc est *extérieur*, pour me conformer à une définition donnée par M. Thibaud.

En continuant à faire tourner le plan au delà de 90 degrés, l'angle d'incidence passe à droite, l'extrémité du plan avance vers l'amont en se rapprochant du mur; dans ce cas le choc est *intérieur*.

6° Pour tous les angles d'incidence, à droite, compris entre 90 et 57 degrés, le choc intérieur est mesuré par la même tension dynamométrique; et cette tension est égale à celle qui est produite au maximum dans le cas du choc perpendiculaire.

Depuis 90 jusqu'à 57 degrés, on peut donc regarder le choc oblique *intérieur* comme constant et à peu près égal au choc perpendiculaire. Je dis à peu près, parce qu'en réalité il semble qu'une petite différence existe, et que le choc oblique extérieur, pour les angles compris entre les limites que je viens de poser, dépasse quelquefois sensiblement le maximum relatif au choc perpendicu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laire. Mais la différence, si elle existe réellement, si elle n'est pas la suite de quelque erreur d'observation que je n'aurais pas pu éviter, cette différence est si petite, que je me crois autorisé à énoncer le résultat de l'expérience comme je l'ai fait.

7° Au-dessous de 37 degrés, le choc oblique intérieur diminue avec l'angle d'incidence ; mais la tension du dynamomètre qui mesure ce choc est toujours plus grande que celle du choc oblique *extérieur* pour un angle égal. Le rapport, dans certains cas, est peu éloigné de celui de 2 à 1.

La position de mon appareil, près d'un côté de la rivière, m'a permis de recueillir, sur le choc intérieur, les observations importantes que je viens de faire connaître. Si l'axe et les surfaces choquées étaient à une grande distance de toutes les parois, on retomberait sur le cas général du choc *extérieur*, sujet principal de mes recherches.

8° Si, ne tenant pas compte des changements de vitesse de l'eau à chaque changement de position des surfaces choquées, on veut étudier la loi tracée par l'expérience dans le cas particulier du courant et des surfaces que j'ai employées, la représentation graphique des résultats obtenus conduit à reconnaître que, le choc perpendiculaire étant pris égal à l'unité, le choc oblique extérieur est toujours plus petit que le sinus de l'angle d'incidence.

La différence entre ce sinus et la valeur du choc oblique donnée par l'expérience croît à mesure que l'angle s'éloigne de 90 degrés, rapidement d'abord dans le voisinage de cet angle, et ensuite très-lentement lorsque l'angle d'incidence est inférieur à 75 degrés.

L'expression :

$$P\,(\sin\alpha - 0{,}1\cos\alpha),$$

dans laquelle P est la pression résultant du choc direct, et α l'angle d'incidence à gauche, donnerait d'une manière suffisamment exacte tous les résultats des expériences que j'ai faites sur le choc oblique extérieur pour tous les angles compris entre 10 et 90 degrés.

Le choc oblique intérieur resterait égal à P pour tous les angles à droite, depuis 90 jusqu'à 37 degrés.

Et pour les angles inférieurs à 37 degrés, la valeur du choc oblique intérieur serait représentée par l'expression très-simple :

$$1{,}67\ P \sin\alpha.$$

Mais les trois expressions que je viens d'indiquer, bonnes dans les circonstances dans lesquelles j'ai opéré, conviendraient-elles à tous les autres cas dans lesquels les rapports des sections de la rivière et des surfaces exposées au choc viendraient à changer ? Je crois pouvoir répondre négativement.

Indépendamment de cet inconvénient, la première expression en offre d'autres que ne je passerai pas en revue, tels que celui de donner des valeurs trop petites au-dessous de 10 degrés, une valeur nulle pour l'angle de 50° 45′, et négative pour des angles plus petits.

Avec les éléments que je possédais, je pouvais pousser des recherches plus loin et pénétrer plus avant dans la connaissance du choc de l'eau en mouvement contre une surface immobile.

Mais alors je ne devais plus faire un pas sans tenir compte de la vitesse de l'eau et sans en suivre toutes les variations. En marchant dans cette voie, je suis parvenu aux résultats suivants :

9° La vitesse moyenne dont la hauteur génératrice est proportionnelle au choc, est celle qui, multipliée par l'aire du passage resté libre autour de la surface choquée, forme un produit égal au volume d'eau qui coule dans la rivière.

10° Lorsque l'on prend pour base des calculs la vitesse moyenne ainsi définie, on arrive à ce résultat très-simple, que *la pression normale résultant du choc oblique contre une surface entièrement plongée dans le courant est à la pression contre la même surface, frappée perpendiculairement, comme le sinus de l'angle d'incidence est au rayon ou à l'unité.*

11° *La pression résultant du choc de l'eau en mouvement contre des surfaces immobiles entièrement plongées, croît comme l'étendue des surfaces, le carré des vitesses et le simple sinus des angles d'incidence.*

La pression dont il s'agit est, comme toutes celles dont j'ai parlé, estimée perpendiculairement à la surface.

12° *La valeur absolue en kilog. de la pression résultant du choc de l'eau contre une surface immergée, est égale au poids d'une colonne d'eau qui aurait pour base la surface pressée et pour hauteur une fois 52 centièmes la hauteur due à la vitesse moyenne de passage de l'eau autour de la surface, ce poids étant ensuite multiplié par le sinus de l'angle d'incidence.*

13° Si les surfaces pressées portent au milieu de larges ouvertures, elles présentent moins de résistance, toutes choses égales d'ailleurs, que si elles étaient pleines. Dans le cas du choc per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pendiculaire, la pression exercée contre la partie fermée des surfaces à jour n'est que les neuf dixièmes environ de ce qu'elle serait contre une surface pleine de même étendue.

Elle diminue encore notablement, à mesure que les angles d'incidence deviennent plus petits.

14° Lorsque l'on garnit d'un ajutage les ouvertures pratiquées dans les surfaces choquées, la pression exercée par l'eau est exactement la même dans les mêmes circonstances, que dans le cas d'une ouverture simple, soit que l'ajutage se trouve en amont, soit qu'on le mette en aval de la surface.

15° Pour une surface non entièrement immergée, la pression absolue est plus petite que pour une surface immergée ; la différence est de près d'un onzième, et elle augmente encore à mesure que les angles diminuent.

16° Enfin, un prisme triangulaire à arêtes horizontales, pressé sur deux faces également inclinées de 26° 20', l'une en dessus, l'autre en dessous d'un plan horizontal mené par l'arête antérieure, et présentant ensemble une aire de $2^m,04$, a éprouvé une pression de 89 kilog. pour une vitesse de $1^m,70$ par seconde, tandis que, par l'acienne théorie, le calcul n'aurait pas donné 40 kilogrammes.

Pierre à l'huile tournante pour affûter les burins.

Il arrive souvent qu'il faut presque autant d'habileté pour affûter un outil que pour savoir s'en servir, et chez les graveurs en particulier, le succès dépend beaucoup du soin apporté dans l'art d'affûter les burins. Dans une foule de cas, il est cependant de la plus haute importance qu'on conserve un angle bien déterminé et très-précis entre le corps et le biseau du fer qui constitue l'outil ; or, on conçoit qu'il est extrêmement difficile de remplir cette condition par un mouvement de va-et-vient opéré à la main sur une pierre, à moins d'avoir une habileté toute particulière, habileté dont peuvent être fiers ceux qui la possèdent.

Afin d'obvier à la difficulté que présente cette opération pour la majeure partie des artistes, et pour la rendre plus aisée, M. Fenn a inventé un petit appareil qui permet aux ouvriers, aux artistes et aux amateurs d'affûter leurs outils avec autant d'exactitude que la main la plus exercée dans ce travail.

Cet appareil se compose tout simplement d'une pierre de Turquie placée verticalement, taillée suivant la forme d'un disque et montée sur un axe horizontal qui repose sur un pied ou socle convenable. L'axe porte un pignon qui engrène avec une roue dentée à manivelle.

Pour se servir de l'appareil, on porte un peu d'huile sur la surface de la pierre avec un morceau de drap, on en approche l'outil sous un angle déterminé et on le maintient fermement dans cette position avec une main, puis avec l'autre on fait mouvoir la pierre en tournant la roue à manivelle.

Il est donc très-facile, et en peu d'instants, d'affûter un burin et de lui donner un tranchant très-vif, surtout en appuyant constamment la main qui tient l'outil sur le socle, afin que l'angle du biseau ne puisse varier par le mouvement de l'autre main. En outre, la position verticale de la pierre permet à l'artiste de voir à chaque instant les progrès de l'affûtage, et enfin la petitesse de la pierre dont on a besoin dans ce cas, fait qu'on peut choisir celles de la première qualité et éviter ainsi les fils et les défauts qui sont très-incommodes quand on affûte comme à l'ordinaire sur des pierres oblongues.

Moyen pour découvrir les masses métalliques tombées au fond de la mer.

Le journal de Saint-Pétersbourg fait connaître que le lieutenant de la marine russe, M. Ramstaedt, a trouvé un moyen nouveau pour découvrir par voie électro-galvanique les masses de fonte, de fer ou autre métal qui peuvent être tombées dans la mer et qui sont ensevelies sous les eaux. Le 23 mars (4 avril), on a fait sur la Newa, vis-à-vis l'amirauté, l'épreuve de ce moyen qui a réussi. En moins de 20 minutes, M. Ramstaed a découvert et enlevé du fond des eaux une ancre du poids de 600 kilog. et une chaîne de 300 qui gisaient à une profondeur de plus de 10 mètres sous l'eau ; du reste, l'épreuve sera répétée.

Le moyen employé par M. Ramstaedt, pour signaler la présence d'une masse métallique au fond des eaux et l'en retirer consiste en ceci. On dispose dans une chaloupe un appareil électro-galvanique particulier, dont il part deux conducteurs métalliques qui descendent jusque sur le fond des eaux; quand tout est disposé ainsi, on fait mouvoir la cha-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loupe dans tous les sens au-dessus du point où l'on conjecture qu'il existe une masse de métal submergée pour faire traîner les conducteurs sur le fond, en ayant soin d'avoir toujours deux doigts sur les deux points métalliques de l'appareil. Pendant qu'on vire ainsi, la main reçoit continuellement de légères décharges de l'électro-magnétisme, mais dès que les deux fils conducteurs qui traînent au fond viennent à être en contact avec un métal, les petites décharges cessent à l'instant même, et l'on est averti de la présence d'une masse métallique au fond des eaux.

Pour connaître de quelle nature est ce métal, on descend dans l'eau à l'aide d'une corde un aimant artificiel qui emprunte son action à une batterie électro-galvanique ; si cet aimant adhère au corps immergé, c'est une preuve qu'il consiste en fonte ou en fer, et on le retire du fond des eaux au moyen d'une grue disposée à cet effet sur la chaloupe. Si l'aimant reste sans attraction, c'est une preuve que la masse au fond des eaux est du cuivre ou autre métal, et on la retire par les moyens connus.

Le mérite de ce procédé d'exploration réside tout entier dans la découverte des masses métalliques à toutes les profondeurs et dans la détermination du métal dont elle se compose. Ses applications sont nombreuses et faciles à concevoir, et il est probable qu'il rendra d'importants services à la marine.

Grue dynamométrique.

Cette grue a été inventée et est construite par MM. Lasseron et Legrand, ingénieurs civils à Niort.

On sait que le chargement et le déchargement des marchandises lourdes, dans les ports de commerce, les maisons de roulage et entrepôts, exigeaient des manœuvres longues et dispendieuses que l'on a évitées par l'emploi des grues; cependant ces appareils ne remplissaient le but désiré qu'autant que le poids des marchandises était connu; il manquait donc un moyen de vérification ou de pesage aussi prompt et aussi économique que la grue elle-même.

La grue dynamométrique de MM. Lasseron et Legrand renferme la double condition d'enlever et faire connaître, en même temps, le poids de l'objet suspendu.

Nous croyons devoir nous dispenser de démontrer l'économie d'un système qui rend inutile l'emploi des bascules de toutes dimensions; car si la charge peut s'enlever à bras d'homme, il suffit de la déposer sur un plateau suspendu au bec de la grue, et son poids sera indiqué soit sur le plateau opposé, soit sur un cadran gradué. Il nous suffira de dire que cette machine se composant d'un système de leviers sans addition d'aucun ressort, les pesées sont justes, et il n'y a aucune cause de dérangement.

Cet appareil construit sur une grande échelle peut enlever une charrette, une diligence, un wagon chargé de marchandises ou de voyageurs.

Il convient donc aux stations des chemins de fer, aux grands ateliers métallurgiques, aux exploitations des mines : de 500 à 2000 kil. il sera utile à tous les établissements susceptibles d'expédier ou recevoir des marchandises.

Nouvelle application de l'électro-métallurgique.

On vient de proposer, en Angleterre, d'appliquer en grand l'électro-métallurgie dans les constructions navales, et l'inventeur ne propose rien moins que de doubler les vaisseaux avec du cuivre par le moyen de l'électricité. A cet effet, il introduit le bâtiment qu'il s'agit de doubler dans un bassin rempli d'une solution de sulfate de cuivre, et après avoir enduit le bois à l'extérieur avec une couche de plombagine, il le met en communication avec ses batteries galvaniques qui précipitent le cuivre à sa surface. La difficulté dans ce cas, comme dans bien d'autres applications de l'électro-magnétisme, c'est d'obtenir un agent électrique économique, car on a trouvé que dans bien des cas le travail de l'électricité était au moins aussi dispendieux que celui à la main. Dans le cas où l'on réussirait à se procurer cet agent économique, il n'y a qu'un pas de la doublure d'un bâtiment à la fabrication de la coque tout entière du navire par voie électro-magnétique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

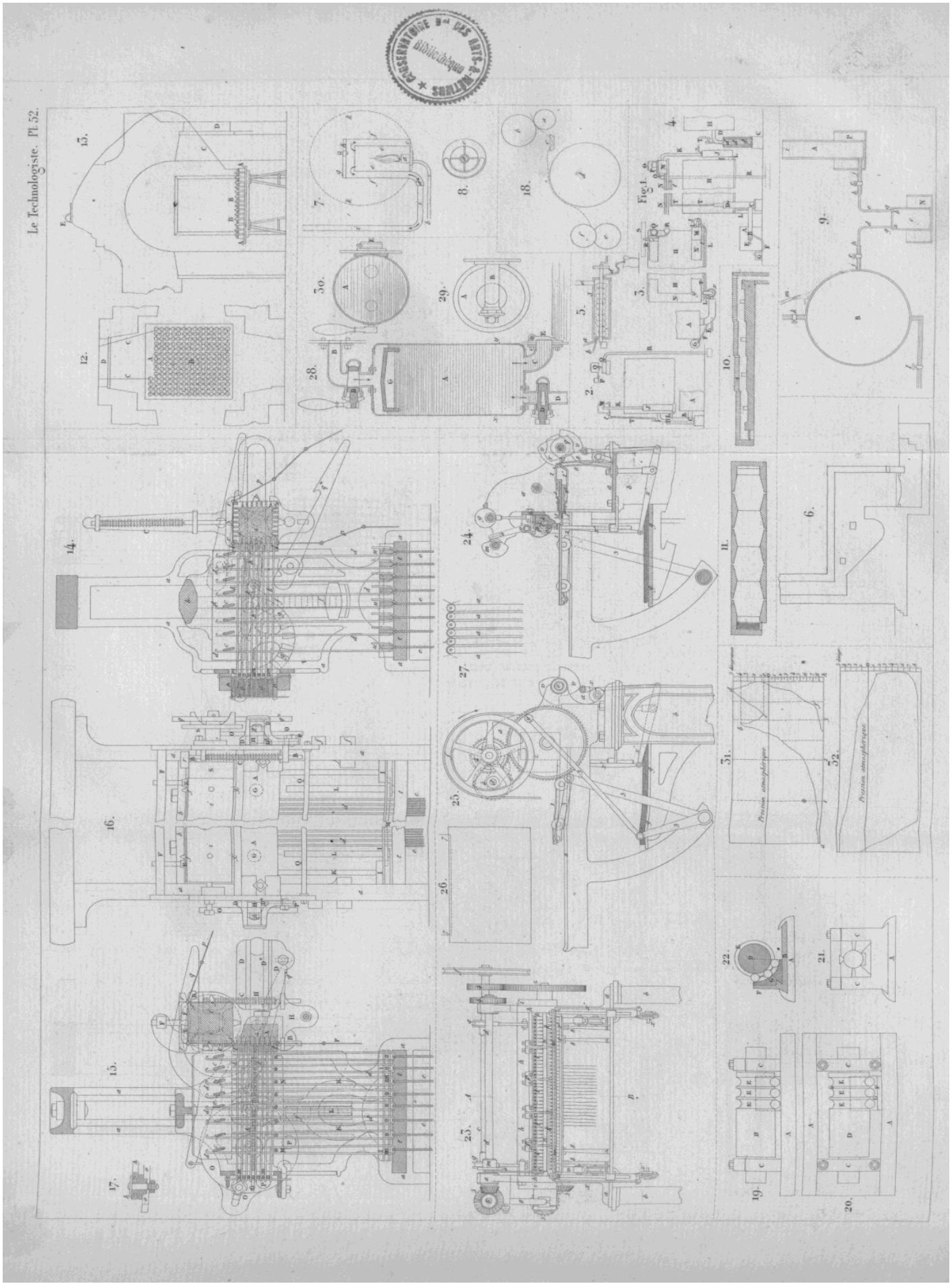
BIBLIOGRAPHIE.

L'ouvrier mécanicien, ou *Guide de mécanique pratique.*

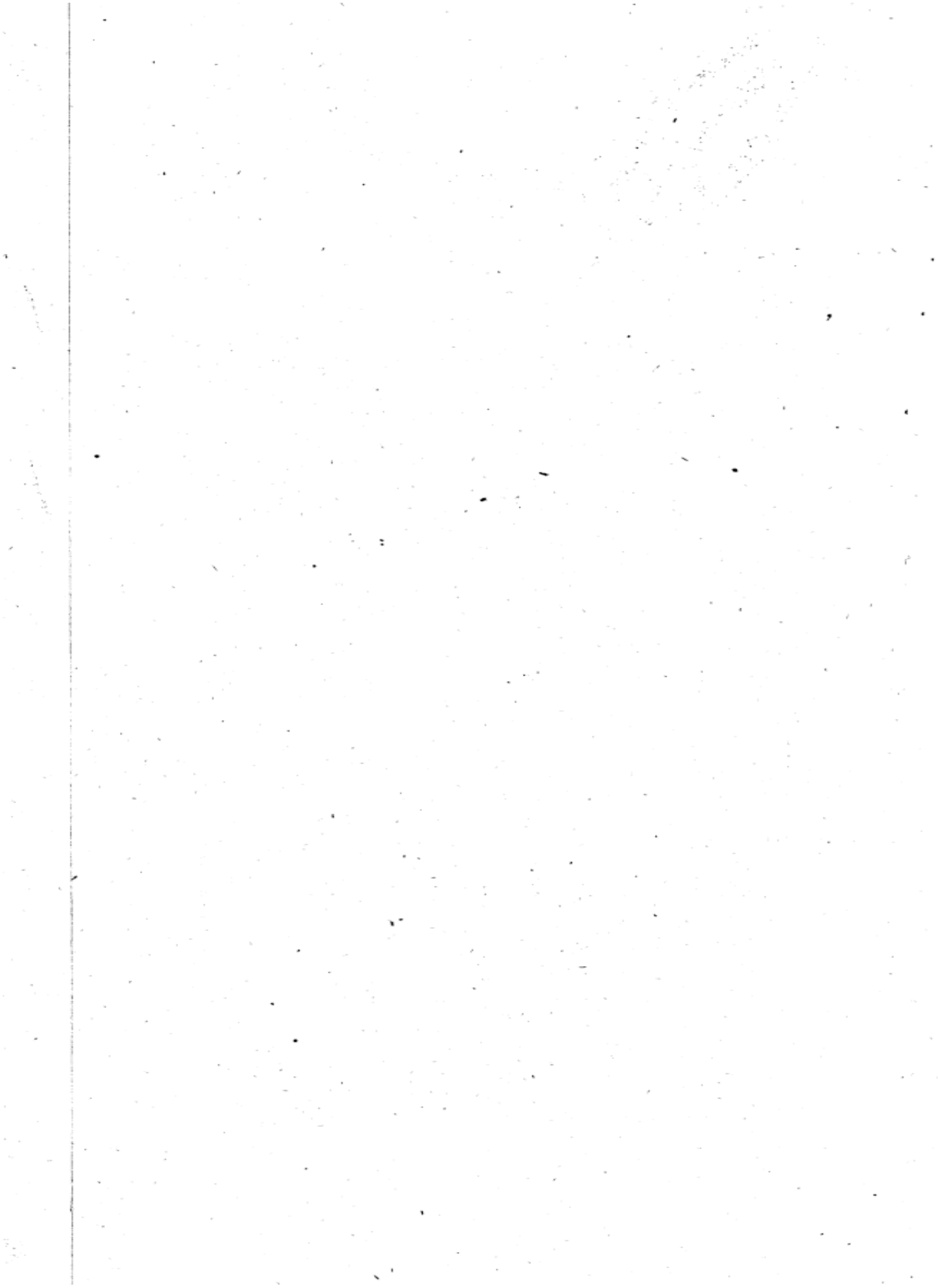
Par M. Ch. Armengaud jeune. Un vol. in-12, fig. 2e édit. A Paris, chez l'auteur, rue Saint-Louis au Marais, n° 54; et chez Roret, rue Haute-Feuille, 10 *bis*.

Lorsque la première édition de cet ouvrage a paru, nous avons fait des vœux bien sincères pour qu'il se répandît rapidement dans la classe ouvrière, et pour que son succès obligeât d'en faire de nouvelles éditions. Une des considérations qui nous déterminait le plus à cette époque pour hâter ce succès de tous nos vœux, c'était l'extrême pénurie que l'on reproche du reste avec raison à notre littérature industrielle en bons ouvrages propres à être mis dans les mains des ouvriers, tandis qu'en Angleterre il existe une foule d'ouvrages renfermant des formules pratiques, des tables usuelles, des notions vulgaires, dans lesquels l'ouvrier et le plus simple artisan peuvent puiser les éléments des sciences appliquées de l'art auquel ils se consacrent. Sans entrer ici dans une discussion étendue, il est bien certain que cette privation d'ouvrages élémentaires de pratique a été pendant longtemps l'une des causes de l'infériorité de nos ouvriers mécaniciens sur ceux de l'Angleterre, et de l'inégalité d'une lutte qui aurait pu nous devenir funeste sans l'intelligence reconnue des premiers, et les efforts de nos fabricants et de l'administration. Nous voyons donc avec plaisir la publication de la seconde édition du *Guide de mécanique pratique*, qu'on doit à M. Armengaud jeune, qui, pour rendre son livre digne de tout l'accueil bienveillant qu'il a reçu du public, l'a entièrement revu, corrigé et augmenté. Ce recueil, ainsi que le dit l'auteur dans sa préface, est un résumé des meilleurs ouvrages de mécanique, et embrasse successivement tout ce que doivent connaître des élèves mécaniciens et des ouvriers intelligents et laborieux. Dans les dix chapitres dont il se compose, l'ouvrage embrasse des explications sur le système décimal et le système métrique; des éléments d'arithmétique, d'algèbre et de géométrie; des notions de mécanique; des détails sur les transmissions de mouvement, les engrenages, la résistance des matériaux, les effets de la vapeur, et sur les machines qu'elle met en œuvre; enfin un résumé sur le travail des roues hydrauliques. Comme on le voit, le plan est vaste, mais il se simplifie beaucoup quand on se borne, comme l'a fait l'auteur, à résumer les faits pratiques ou les formules que la science a fournis, et à en présenter des exemples simples. Seulement, nous aurions désiré voir M. Armengaud multiplier encore dans son guide les tables déjà nombreuses, parce que beaucoup d'ouvriers et de contre-maîtres qui n'auraient pas le temps suffisant, ou l'intelligence nécessaire pour calculer une formule, peuvent presque toujours consulter avec fruit une table qui leur fournit presque instantanément le résultat qu'ils cherchent. Du reste, on sait que l'auteur est professeur de mécanique industrielle; qu'on lui doit un cours de dessin linéaire appliqué au dessin des machines, qui complète l'enseignement pratique qu'on peut déjà puiser dans son Guide; et enfin qu'il a publié divers autres ouvrages importants qui l'ont fait connaître sous les rapports les plus avantageux dans le monde industriel : nous n'aurons donc pas besoin d'insister sur l'utilité de son *Guide de mécanique pratique*, sur l'heureuse forme qu'il a su lui donner, et enfin sur l'exécution bien entendue de cet ouvrage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIE FARCIMINE
BIBLIOTHÈQUE

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Rapport sur des expériences entreprises en 1843 sur les fontes et le fer forgé de l'usine de Milton, en Yorkshire.

Par M. D. Mushet.

Les hauts-fourneaux des usines de Milton ont pendant plusieurs années travaillé à l'air chaud, généralement sous une pression de $0^{kil.},21$ par centimètre carré de surface et avec deux tuyères, l'une de $65^{mm},30$, et l'autre de $66^{mm},04$ de diamètre. L'appareil à air chaud s'étant trouvé hors de service il y a quelque temps, on s'est servi de l'air froid pendant qu'on en construisait un autre. Or, comme la qualité du minerai employé dans ces fourneaux n'a éprouvé ni changement ni altération pendant ce temps, j'ai pensé qu'il se présentait ainsi une excellente occasion pour soumettre à une expérience comparative tout à fait décisive les fers fabriqués à l'air chaud et ceux produits à l'air froid. Un de ces fourneaux, travaillant encore à l'air chaud pendant toute la durée des expériences, a produit dans la semaine 66 tonneaux (anglais) d'excellente fonte extrêmement fluide et présentant beaucoup de convexité sur sa face.

1° *Fontes.*

Pour conduire à bien ces expériences, on a fait élever un fort bâti en bois qu'on a chargé pesamment afin de maintenir l'appareil parfaitement ferme et immobile. Sur ce bâti on a fixé des supports rabotés en fer destinés à soutenir les barres qu'on voulait mettre en expérience. Ces supports ont été placés à $1^{mm},572$ de distance et élevés à environ $76^{mm},2$ au-dessus de la face supérieure du bâti. On a ensuite profilé avec la plus scrupuleuse exactitude une barre large de $101^{mm},6$, dont on s'est servi pour mesurer la flèche de courbure ou de flexion. Une mortaise en queue d'aronde a été taillée au centre de cette barre, et on y a inséré une échelle graduée en laiton, dont l'index, s'abaissant à mesure que la barre en expérience fléchissait, marquait ainsi l'allure et l'étendue de la déflection. Le couteau du tenon sur lequel était suspendu le plateau qui portait les poids ne dépassait pas $1^{mm},53$.

Ces précautions ayant paru suffisantes pour qu'on pût être assuré d'obtenir des résultats exacts, on a commencé les premières expériences sur des barres de fonte carrées de $1^{m},524$ de longueur et $25^{mm},39$ de côté, produites avec de la fonte n° 4 à l'air froid refondue au cubilot; et dont la qualité après cette seconde fusion était truitée, se rapprochant dans quelques cas de la fonte blanche.

Voici le tableau de l'expérience.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU N° I. *Fer à l'air froid.*

NUMERO ET NATURE de la fonte.	POIDS spécifique.	POIDS qui a produit la rupture.	FLÈCHE de courbure.	RÉSISTANCE à une force vive.
		kilog.	millim.	kilog.
1 Blanche truitée.	7.267	287	25.39	207
2 *id.*	7.400	206	25.39	207
3 *id.*	7.311	195	20.34	155
4 *id.*	7.388	182	20.85	149
5 *id.*	7.333	131	15.23	78.5
6 Spongieuse.	6.899	245	30.97	299
7 Grise truitée.	7.150	226	28.44	259
8 Spongieuse.	6.909	182	20.86	149
9 Grise truitée	7.182	227	26.66	237
10 Spongieuse.	6.893	232	30.87	275
11 Grise truitée.	7.062	196	21.45	164
12 *id.*	7.041	182	21.33	152
Moyennes.	7,156	201	23.98	194.3

Ces moyennes peuvent être considérées comme faibles pour des fontes fabriquées à l'air froid, on a attribué leur défaut de résistance à leur qualité truitée. Pour y remédier, on a refondu une portion de ces gueuses à l'air froid dans un cubilot, en augmentant la proportion des coke, ce qui a produit une fonte d'une bonne qualité grise, et d'une densité uniforme dans sa texture.

Douze barres semblables aux précédentes, coulées avec cette fonte, ont été soumises aux épreuves dans les mêmes conditions. Voici les résultats :

TABLEAU N° II. *Fer à l'air froid.*

NUMERO des barres.	POIDS spécifique.	POIDS qui a produit la rupture.	FLÈCHE de courbure.	RÉSISTANCE à une force vive.
		kilog.	millim.	kilog.
1	7.007	194	30.47	233
2	7.041	207	27.93	228
3	6.966	182	30.48	217
4	7.043	225.5	33.01	294
5	6.927	182	27.94	202
6	7.215	213	28.56	210
7	7.170	182	30.46	257
8	7.070	194	33.00	253
9	7.092	182	30 47	217
10	7.096	194	31.74	242
11	7.032	207	27.93	228
12	6.992	207	28.56	253
Moyennes.	7.054	197.6	30.05	235

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le poids qui produit la rupture inférieure de 3kil.,4 dans cette fonte grise comparée avec les fontes de la première expérience, donne une idée peu avantageuse de la force des fers de fonte des usines de Milton ; mais la résistance à l'inflexion ainsi que celle à une force vive ont considérablement augmenté malgré la diminution du poids qui produit la rupture.

Les expériences suivantes ont été faites avec des fontes n° 3 à l'air chaud, refondues au cubilot. Les résultats en sont consignés dans le tableau suivant.

TABLEAU N° III. *Fer à l'air chaud.*

NUMERO des barres.	POIDS spécifique.	POIDS qui a produit la rupture.	FLÈCHE de courbure.	RÉSISTANCE à une force vive.
		kilog.	millim.	kilog.
1	7.034	237	41.22	381
2	6.948	255	40.97	315
3	7.050	245	42.25	270
4	6.985	207	33 01	270
5	6.951	220	36.31	314
6	7.081	232	38.59	353
7	7.038	226	38.85	345
8	6.923	251	38.08	377
9	7.000	232	37.32	356
10	7.088	232	39.38	360
11	7.055	242	42.53	405
12	7.005	251	41.89	434
Moyennes.	7.013	236	39.20	357

On a noté très-soigneusement les déchets à la seconde fusion au cubilot, qui a été ainsi qu'il suit :

	kilog.
On a chargé dans le cubilot en fonte n° 3.	1028.3112
On a obtenu en gueuses et rognures.	1009.2684
Déchet	19.0428

c'est-à-dire moins de 2 pour 100.

Les résultats du Tableau n° III, supérieurs à ceux des Tableaux n^{os} I et II, font voir que les fers à l'air chaud de Milton, sont plus forts et plus nerveux que ceux à l'air froid quand on les soumet à une nouvelle fusion dans un cubilot avec du coke.

On s'est proposé ensuite de déterminer jusqu'à quel point la qualité des gueuses à l'air chaud pouvait être affectée par la fusion dans un fourneau à vent ordinaire ; à cet effet on a fait fondre une charge des fontes n^{os} 3 et 4, et on en a moulé des barres semblables aux précédentes, qui ont fourni les résultats que voici :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU N° IV. *Fontes à l'air chaud*, N^os^ III *et* IV, *refondues au fourneau à vent.*

NUMERO des barres.	POIDS spécifique.	POIDS qui a produit la rupture.	FLÈCHE de courbure.	RÉSISTANCE à une force vive.
		kilog.	millim.	kilog.
1	7.150	280	39.62	423
2	7.066	270	38·08	405
3	7.120	277	39.63	432
4	7.015	277	40.71	443
5	7.074	270	40.72	433
6	7.107	276	39.25	427
7	7.145	283	38.59	438
8	7.119	311	42.80	525
9	7.071	264	36.81	383
10	7.185	284	39.26	439
11	7.160	214	37.67	232
12	7.132	292	40.94	459
13	7.055	295	42.08	403
Moyennes.	7.107	277	39.70	426

Cette expérience a constaté la résistance supérieure des fontes à l'air chaud de Milton sur celles à l'air froid, et a suggéré l'idée importante de s'assurer si le même degré de force relative se retrouverait dans la fonte produite immédiatement par le haut-fourneau qui fonctionnait alors à l'air chaud et fournissait du fer n° 1 en gueusets lisses couverts de petites facettes cristallisées. On a donc avec ce métal coulé une série de barres semblables, qui, étant soumises aux épreuves, ont fourni les résultats suivants :

TABLEAU N° V. *Résistance de la fonte* N° I *telle qu'elle a coulé du haut-fourneau à l'air chaud sans seconde fusion.*

NUMERO des barres.	POIDS spécifique.	POIDS qui a produit la rupture.	FLÈCHE de courbure.	RÉSISTANCE à une force vive.
		kilog.	millim.	kilog.
1	6.960	201	41.73	329
2	7.054	188	36.56	271
3	6.975	213	41.22	346
4	7.050	215	37.08	307
5	7.007	204	41.23	330
6	7.125	188	37.07	274
7	6.900	204	44.18	355
8	7.126	201	40.72	321
9	6.860	182	36.05	258
10	7.065	201	40.71	321
Moyennes.	7.012	199	39.65	311

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit donc, d'après ces résultats, que la fonte du haut-fourneau à l'air chaud est égale, sous le rapport de la force, à la moyenne des deux séries des fontes du haut-fourneau à l'air froid qu'on a soumises à une seconde fusion dans le cubilot, et possède une bien plus grande élasticité et une plus grande force de résistance aux effets d'une force vive, tandis qu'elle n'est pas aussi forte que la même espèce de fonte soumise à une seconde fusion dans le cubilot ou dans le fourneau à vent. (Voyez les tableaux nos II et IV.)

Afin de s'assurer d'une manière plus parfaite de la force du fer à l'air chaud, on a augmenté la charge dans le fourneau jusqu'à ce que celui-ci produisît de la même fonte n° 3 (1), dont on a coulé une série de barres qui ont fourni les résultats consignés dans le tableau n° VI.

TABLEAU N° VI. *Fontes à l'air chaud*, N° III, *sortant immédiatement du haut-fourneau.*

NUMERO des barres.	POIDS spécifique.	POIDS qui a produit la rupture.	FLÈCHE de courbure.	RÉSISTANCE à une force vive.
		kilog.	millim.	kilog.
1	6.836	220	30.10	338
2	7.000	182	33,01	236
3	7.231	188	35.54	263
4	6.900	213	38.08	320
5	7.079	188	34.28	253
6	7.043	207	39.10	319
7	7.111	216	42.74	364
8	6.902	182	31.95	225
9	7.054	182	31.74	227
10	7.046	201	38.08	302
11	7.187	202	36.81	295
12	7.163	207	35.54	290
Moyennes.	7,046	199	36.35	286

On devait s'attendre à ce que cette fonte fût plus forte que celle du tableau n° 1 ; le fait ne s'est pas vérifié, le poids qui a produit la rupture a bien été le même, mais l'élasticité et la résistance à une force vive ont présenté un résultat très-défavorable à la première de ces fontes.

Ces expériences démontrent clairement, suivant l'auteur, la force supérieure des fontes fabriquées à l'air chaud des usines de Milton, supériorité constatée non-seulement sur les fontes à l'air froid du même établissement, mais sur toutes les fontes qui sont comprises dans les tableaux généraux de M. Fairbairn, pour 1838, dont les principales sont comparées, sous le rapport du poids qui produit la rupture, avec les fontes des usines de Milton soumises à une seconde fusion dans un fourneau.

(1) L'auteur est resté quinze jours dans les forges pour qu'on ait le temps de faire ces modifications.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

			kil.
Usine de Milton.	Fontes à l'air chaud,	N° 3	Fourneau à vent. 277.00
———	*id.*	3	Cubilot. 236.00
Usine de Ponkey.	Fontes à l'air froid.	3	*id.* 263.40
—— Bute.	*id.*	1	*id.* 222.60
—— Wind-Mill-End.	*id.*	2	*id.* 221.70
—— Old Park.	*id.*	2	*id.* 220.20
—— Low moor.	*id.*	2	*id.* 214.00
—— Buffery.	*id.*	1	*id.* 209.90
—— Brimbo.	*id.*	2	*id.* 208.10
—— Old-Berry.	*id.*	2	*id.* 206.30
—— Adelphi.	*id.*	2	*id.* 203.60
—— Blaina.	*id.*	3	*id.* 203.10
—— Devon.	*id.*	3	*id.* 203.10
—— Frood.	*id.*	2	*id.* 202 60
—— Milton.	*id.*	4	*id.* 198.80
—— Efecar.	*id.*	2	*id.* 193.60

II° *Fers en barres.*

Dans toutes les épreuves, excepté une seule, auxquelles on a soumis le fer en barre de Milton, le marteau qu'on a employé pesait $10^{kil.}$ 882, et pour que la force physique qu'on y appliquait n'éprouvât pas d'affaiblissement, il y avait des relais de frappeurs, souvent deux, par fois trois, et on n'a jamais permis que chacun d'eux, quand venait son tour, appliquât plus de dix coups à la barre ou le boulon en expérience.

Il est nécessaire de faire remarquer que toutes les barres de fer soumises aux epreuves ont été fabriquées avec les fontes à l'air chaud dont on a affiné ou puddlé les gueuses.

1° *Quatre barres* de fer plat de $100^{mm},56$ de largeur et $28^{mm},56$ d'epaisseur de la qualite n° 3 obtenues du puddlage du fine-métal sont soumises à l'expérience.

La première barre, à laquelle on a fait une entaille profonde de $3^{mm},17$ sur sa face superieure, a reçu 14 coups du marteau de $10^{kil.}$882 qui l'ont fait dévier de $126^{mm},95$ de la ligne droite. Avec 100 coups elle a devié de $149^{mm},16$, avec 150 coups elle a un peu depassé un angle droit de quelques degres, et sous 165 coups elle a été doublée en présentant une masse de fibres brillantes et argentées.

La seconde barre a été traitée de la même manière. Sous 50 coups elle s'est infléchie de $152^{mm},40$; sous 90 coups elle a été amenée à former un angle droit et sous 160 elle a été rabattue à plat, en présentant dans son point de rupture une qualité de fibre semblable à la précédente.

Deux portions de ces barres prises aux extrémités et ayant à peu près 300 millim. de longueur ont été placées, sans y faire d'entaille, dans l'appareil pour les rompre; l'une fut retournée, et les extrémités ayant eté rapprochées vivement, il se manifesta une légère fissure dans l'angle de courbure, l'autre s'ouvrit d'environ 10 millim. en faisant voir une belle fibre argentée.

La troisième barre plate, entaillée à la profondeur de $3^{mm},17$ sur sa face supérieure, à $152^{mm},40$ de ses extrémités, a été rompue par 19 coups d'un bout et 20 coups de l'autre. La cassure était brillante et composée pour un tiers de fibres et pour deux tiers de petits grains brillants.

La quatrième barre, traitée sous tous les rapports de la même manière, a exigé 45 coups à l'une de ses extrémités et 14 à l'autre, la proportion de la fibre au grain était à peu près dans le même rapport que dans la dernière ou la barre n° 3.

Quatre barres de fer de la même dimension et de fonte immédiatement puddlée ont rompu sous les nombres de coups suivants :

1re barre.	14 coups.
2e	38
3e	43
4e	21

La cassure de ces barres était moins fibreuse et présentait plus de grain brillant que les barres faites avec du fine-métal.

Quatre boulons de $69^{mm},82$ de diamètre, fabriqués avec du fine-métal, ont été soumis aux épreuves suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1er *Boulon*, entaillé de 3mm,17 sur moitié de sa circonférence, à 177mm,73 de son extrémité. L'entaille dans cette expérience, ainsi que dans toutes les autres, étant placée perpendiculairement au bord de l'enclume, a rompu sous. . . . . 29 coups.

L'autre extrémité sous. 42

2e *Boulon*, entaillé de la même manière. 55

L'autre extrémité. 44

Le même boulon, entaillé tout autour à une profondeur de 4mm,76 51

L'autre extrémité. 27

Diamètre du point de rupture réduit à 60mm,30.

3e *Boulon*, entaillé sur moitié de la circonférence de 3mm,17. 47

Entaillé sur toute sa circonférence de 4mm,76. 33

L'autre extrémité du même boulon, soumise à la même épreuve. 94

Entaillée tout autour à la profondeur de 4mm,76. 5

4e *Boulon*, provenant comme les autres du puddlage du fine-métal, entaillé sur moitié de sa circonférence de 3mm,17. 128

Entaillé sur toute sa circonférence de 4mm,76 116

L'autre extrémité, entaillée sur moitié de sa circonférence de 3mm,17. 18

Entaillée sur toute sa circonférence de 4mm,76. 7

Un 5e *boulon* de 69mm,82 de diamètre provenant du puddlage du fine-métal, entaillé sur la moitié de sa circonférence à une profondeur de 3mm,17. 120

Entaillé sur toute sa circonférence de 3mm,17 (dans un autre point). 167

Un 6e *boulon* de 53mm,95 de diamètre, entaillé sur la moitié de sa circonférence de 3mm,17. 80

Entaillé à la même profondeur tout autour. 31

Un 7e *boulon* de 53mm,95, entaillé de même sur la moitié de sa circonférence. 47

Entaillé tout autour. 17

Un 8e *boulon* de 38mm,08 de diamètre. entaillé sur la moitié de sa circonférence, a exigé pour le plier à angle droit. 25

Douze autres coups l'ont rompu, en tout. 37

Entaillé sur toute sa circonférence. 34

Une barre carrée de 57mm,12, fournie par le puddlage du fine-métal, entaillée à 152mm,40 de son extrémité sur sa face supérieure de 3mm,17 a rompu sous. 54

L'autre extrémité de cette barre, qu'on a surchauffée. 5

Une autre barre des mêmes dimensions et de la même qualité, entaillée de même, a rompu sous. 84

L'autre extrémité, traitée de même. 36

Une barre carrée de 38mm,08, entaillée de 3mm,17 sur sa face supérieure, a été amenée à angle droit par. 70

Et rabattue ou doublée à plat (fer très-fibreux) par. 110

Une barre carrée de 31mm,73, entaillée de la même manière, a été rabattue à plat, le fer étant complétement fibreux, par 87

Une barre plate des magasins, large de 174mm,62 sur 25mm,39 d'épaisseur, provenant du puddlage d'un mélange de fonte en gueuse et de fine-métal, a exigé pour être amenée à angle droit 135

Et rabattue à plat. 160

La cassure a présenté un corps de fibre complet.

Le détail de la rupture d'une pièce de fer, de la nature de celles qui servent au bandage des roues des véhicules qui circulent sur les chemins de fer remarquable par sa dureté et sa tenacité, qualités très-essentielles dans les fers appliqués à cet usage, formera une conclusion très-convenable à ces expériences.

La barre en question présentait, sur sa face inférieure, une largeur de 139mm,65 et une épaisseur qui variait de 44mm,43 à 38mm,08, avec une arête qui s'élevait sur le côté extérieur de sa surface supérieure d'environ 28m,56 de hauteur et qui naturellement augmentait beaucoup la résistance que la barre pouvait opposer à une force vive.

Une entaille de 5mm, 17 de profondeur ayant été pratiquée sur sa face supérieure, et 40 coups de marteau de 10kil. 882 n'ayant produit aucune inflexion sensible, on a eu recours à un marteau à deux mains dont le poids était de 44kil. 45.

Cinquante coups de ce marteau ont produit une inflexion de la ligne droite s'élevant à 34mm,91.

La barre fut alors entaillée à la profondeur de 6mm,55.

De nouveaux coups n'ayant pas produit d'altération sensible, l'entaille

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fut creusée jusqu'à la profondeur de $9^{mm},52$.

Dix coups de marteau donnés alors n'ayant produit qu'un faible effet, on augmenta l'entaille jusqu'à $12^{mm},69$.

Huit coups ont produit alors une cassure qui était presque entièrement composée de fer brillant granulaire d'une texture serrée et aciéreuse.

Les personnes accoutumées à rompre du fer s'apercevront tout aussitôt que les résultats obtenus dans ce cas indiquent généralement une qualité supérieure de fer, sous le rapport de la fibre et de la résistance, quoique fabriqué avec des fontes à l'air chaud, et qu'ici on n'a pas cherché à favoriser le fer, puisque ce sont les extrémités et non le milieu des barres qui ont été soumises aux épreuves.

Résumé des expériences.

Le poids spécifique le plus faible qu'on ait trouvé dans le cours de ces expériences a été 6,836 et le plus fort 7,400 ; le premier appartient à la fonte grise, le second à la fonte blanche. On remarque du reste que le poids spécifique change pour chaque échantillon, même ceux provenant de la même coulée. Le poids qui a produit la rupture des échantillons ci-dessus a été pour le plus léger de $220^{kil.}$ et pour le plus pesant de $296^{kil.}$ La résistance à une force vive a été pour le premier de $338^{kil.}$ et pour le second de 207, enfin la flèche de courbure de $39^{mm},10$ pour l'un et de $21^{mm},39$ pour l'autre. Les barres avaient dans les deux cas $25^{mm},39$ en carré, avec une longueur de $1^{m},524$ et $1^{m},372$ entre les appuis.

Les barres obtenues de la même coulée de fonte ont varié ainsi qu'il suit :

Poids spécifique.	Poids qui a produit la rupture.	Flèche de courbure.	Résistance à une force vive.
	kilog.	millim.	kilog.
6.893	232	30.87	275
6.899	245	30.97	299
7.041	182	21.33	152
7.267	207	25.39	207
7.333	131	15.23	78.5
7.400	206	25.39	207 (1)

(1) L'échantillon était blanc.

Ces barres provenaient d'une fonte grise truitée à l'air froid, soumise à une seconde fusion dans un cubilot.

D'autres barres faites avec des fontes plus douces à l'air froid, refondues au cubilot, ont fourni :

Poids spécifique.	Poids qui a produit la rupture.	Flèche de courbure.	Résistance à une force vive.
	kilog.	millim.	kilog.
6.927	182	27.94	202
6.992	207	28.56	253
7.043	225	33.01	294
7,170	182	30.46	217
7.215	213	28.56	240

Une autre série de fonte n° 3, à l'air chaud et traitée au cubilot, a donné :

Poids spécifique.	Poids qui a produit la rupture.	Flèche de courbure.	Résistance à une force vive.
	kilog.	millim.	kilog.
6.913	251	38.08	377
6.948	255	40.97	415
6.985	207	33.01	270
7.088	232	39.38	360

avec divers poids intermédiaires.

Des barres de fonte n° 1 du haut-fourneau, coulées en même temps, donnèrent :

Poids spécifique.	Poids qui a produit la rupture.	Flèche de courbure.	Résistance à une force vive.
	kilog.	millim.	kilog.
6.900	204	44.18	255
6.975	213	41.22	346
7.125	188	37.07	274

Enfin, des barres de fonte n° 3 ont varié, dans les mêmes circonstances, de :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Poids spécifique.	Poids qui a produit la rupture.	Flèche de courbure	Résistance à une force vive.
	kilog.	millim.	kilog.
6.836	338	39.10	338
à			
7.231	188	35.54	263

Ces expériences établissent en fait que la cohésion de la fonte n'est pas en raison de son poids spécifique, puisqu'un grand nombre des échantillons de barres précédents ont présenté la résistance la plus considérable sous le poids spécifique le plus faible. D'un autre côté, l'élasticité du fer et sa facilité de résister à une force impulsive semblent, d'après ces résultats, atteindre uniformément leur maximum lorsque le poids spécifique est le moindre possible.

On peut encore conclure des mêmes séries d'expériences que le fer soumis à une seconde fusion, dans un fourneau à vent, est infiniment plus résistant que celui refondu au cubilot, et que les fontes les plus résistantes se rencontrent dans les fontes n° 3 et n° 4 (1).

Hauts-fourneaux d'une construction particulière, établis à l'usine de Butterley, dans le Derbyshire.

Par M. G.-C. Kreef.

Les trois hauts-fourneaux décrits dans cette note sont situés à Butterley en Derbyshire, et trois autres, appartenant aux mêmes propriétaires, à Condor-Darck-forge, à 2 1/2 milles de distance, où leur produit est converti en fer malleable.

La forme intérieure et les dimensions de ces fourneaux ne présentent rien de particulier. Le diamètre de l'ouvrage est de $1^m,220$, celui des étalages de $4^m,370$, et celui de la cuve, à sa partie supérieure, au-dessous de la porte de chargement, de $2^m,440$. La hauteur totale est de $13^m,720$.

Les massifs diffèrent cependant de la forme ordinaire dans leur construction extérieure. La base de chacun est de $12^m,300$ en carré, et leurs doubles parois s'élèvent en formant avec l'horizon un angle de 76° ($0^m,250$ de talus pour $1^m,000$).

Les lits des encoignures et du double muraillement sont à angle droit avec le parement, et font, par conséquent, un angle d'environ 16° avec l'horizon.

Au lieu des embrasures ordinaires semi circulaires pour les tuyères, on a construit des embrasures égyptiennes, et le sommet de ces embrasures est divisé par un joint vertical qui s'élève de ce point jusqu'au haut du fourneau, en traversant toute la maçonnerie. Cette disposition, suivie sur les quatre côtés, a pour objet de remédier aux effets ordinaires de la dilatation et de la contraction, qui font souvent tomber la clé des embrasures semi-circulaires, et occasionnent tout autour des déchirements. Dans les fourneaux de Butterley, le joint vertical s'ouvre quand la chaleur augmente, se referme quand elle diminue, et l'on n'observe aucun autre dérangement. Les massifs sont reliés, comme à l'ordinaire, par des tirants en fer de $0^m,031$ de diamètre, placés dans la maçonnerie pendant la construction, et portant, à leurs extrémités, des rondelles et des clavettes.

L'auteur a aussi décrit le moyen employé pour introduire les charges dans le fourneau. On se sert d'une brouette cylindrique en fer, montée sur quatre roues; les bras destinés à la manœuvrer sont disposés de manière à faire l'office de leviers de romaine pour en peser le contenu. Le fond est conique et peut être élevé ou abaissé par le moyen d'une crémaillère ou d'un pignon, qui est mis en mouvement par une tige établie entre les bras, en sorte que, quand l'ouvrier a poussé la brouette près de la porte, il n'a qu'à tourner une manivelle pour abaisser le fond conique et distribuer également les matières tout autour du fourneau; cette régularité dans le dépôt des charges est importante pour la marche, et suffirait pour faire de l'emploi de la brouette un perfectionnement réel, lors même que l'on n'y trouverait pas, sous tous les rapports, beaucoup d'économie.

Les proportions employées pour fabriquer de bonne fonte d'affinerie, sont :

(1) Nous sommes étonnés que M. Mushet, dont on connaît l'exactitude et l'habileté, n'ait pas eu l'idée de nous donner l'analyse chimique des minerais de fer qu'on traite aux usines de Milton; car c'était là un des éléments principaux de la question. Au reste, le même reproche peut s'adresser à toutes les expériences, fort belles, du reste, qu'on a faites depuis quelque temps en Angleterre sur la résistance des fontes et des fers provenant de divers modes de traitement, et qui perdent ainsi une partie de leur mérite. F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	kilog.
Houille.	457
Minerai argileux des houillères. .	533
Minerai calcaire du Peak de Derbyshire.	102
Calcaire.	153

Il faut quatre fois et un quart ces quantités pour obtenir 1,015 kilog. de fonte, ce qui répond à 1,911 kilog. de houille pour 1,000 kilog. de fonte.

Le rendement de chaque fourneau est de 91,000 à 122,000 kilog. par semaine. Les résultats moyens ci-après feront connaître le roulement.

	Années 1839.	1840.
Houille consommée par 1,000 kilogrammes de fonte	kilog.	kilog.
Pour les charges.	2,370	2,200
Pour la soufflerie.	450	370
Pour chauffer l'air.	250	270
Pour griller le minerai.	400	446
	3,470	3,286
Minerai consommé par 1,000 kilog. de fonte.	2,760	2,660
Calcaire consommé par 1,000 kilog. de fonte.	900	880
Total du minerai employé.	18,761,610	19,814,765
Minerai de Peak	»	686,940
Total du calcaire employé.	6,896,660	6,791,410
Total de la fonte.	6,924,580	7,744,600

Trois de ces fourneaux sont chauffés avec l'air porté à 360° centigr. environ.

Le cylindre de la soufflerie a $2^m,032$ de diamètre, la course du piston est de $2^m,438$, et la machine fournit ainsi 15 mèt. cub. 800 d'air atmosphérique à chaque course, sous une pression manométrique de 0 kil. 210 au centimètre carré, ou environ 221 mètres cubes par minute. Le diamètre des buses varie de $0^m,070$ à $0^m,760$, selon les circonstances.

Perfectionnement dans la fabrication du fer et autres applications.

Par M. R.-M. Perkins, ingénieur.

Le perfectionnement que je propose consiste à lancer dans les hauts-fourneaux un jet de vapeur surchauffée, c'est-à-dire portée à une haute température, au lieu d'un courant d'air chaud ou d'air froid, qu'on emploie ordinairement.

J'ai trouvé dans ce cas que la quantité de vapeur nécessaire pour élever la température du fourneau au point de fusion du fer est à peu près dans la proportion de 100 kilog. de vapeur pour 100 kilog. de coke, et qu'avec 50 kilog. de coke, 250 kilog. de fer pourraient être fondus en deux heures dans un cubilot de 60 décimètres cubes de capacité.

J'ai également remarqué qu'une buse de $4^{mm},75$ de diamètre, lorsque la vapeur arrive sous une pression de $4^{mm},32$ par centimètre carré et est chauffée ensuite à 315°, était suffisante pour produire ledit effet.

La tuyère d'un pareil fourneau a environ 0^m05 de diamètre pris sur les parois intérieures; elle diverge sous un angle d'à peu près 16° en formant un tube conique de $0^m,175$ de longueur, $0^m,150$ étant son plus grand diamètre. La buse est placée à environ $0^m,225$ de l'ouverture interne de la tuyère. A cette distance, il y a appel d'une suffisante quantité d'air dans le fourneau par le courant de vapeur pour produire la quantité d'oxigène que ne peut fournir la vapeur.

La pression de ce courant de vapeur peut être variée, de même qu'avec l'air, suivant le fourneau, la charge qu'on y introduit; de même que, quand on marche à l'air chaud ou à l'air froid et quand on le désire, la vapeur surchauffée peut être employée conjointement avec l'air chaud, c'est-à-dire en combinant l'air et la vapeur chauffée à une haute température dans un même fourneau.

Je me sers de préférence de la vapeur à haute pression, c'est-à-dire de 4 à 4, 5 kilog. au centimètre carré dans la chaudière, et je considère que les chaudières les plus convenables pour cet objet doivent être de telles dimensions qu'elles puissent engendrer un poids de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur à 4 atmosphères de pression égal à celui du combustible nécessaire pour fondre le minerai, ou pour fabriquer de la fonte.

Il est utile d'avoir une soupape sur le tuyau de vapeur qui conduit à l'appareil de chauffage, afin de régulariser la quantité de vapeur qu'on fait ainsi passer de la chaudière dans le fourneau.

La vapeur, en passant de la chaudière dans celui-ci, doit traverser, comme on voit, un appareil convenable de chauffage, afin qu'on puisse porter sa température au point élevé qui est nécessaire avant de la lancer en courant continu dans le fourneau où l'on fabrique ou bien fond le fer. L'appareil que j'ai trouvé le mieux adapté pour cet effet est un tube de fer forgé, contourné en spirale ou autrement, de $0^m,025$ de diamètre extérieur et $0^m,016$ de diamètre intérieur, entouré par une sorte de boîte semblable à une tuyère à eau en fer, et présentant un développement de 20 à 21 mètres, longueur que j'ai trouvée parfaitement convenable pour surchauffer la vapeur jusqu'à 315°. Toutefois un appareil semblable aux modèles variés qui ont été employés pour chauffer l'air dans les forges et les usines à fer peut être applique avec succès à cet usage.

Dans les expériences que j'ai faites, j'ai trouvé qu'il fallait au moins chauffer la vapeur à 315°, ce dont il est facile de s'assurer en faisant fondre un peu de plomb, ainsi qu'on le fait quand on se sert de l'air chaud.

Ce surchauffement, je l'ai cru aussi susceptible d'autres applications, et j'ai pensé qu'on pouvait faire traverser par de la vapeur, qui a ainsi acquis une haute température, des liquides qu'on veut évaporer ou des huiles qu'il s'agit de désinfecter. Dans ce cas, je me sers d'un appareil tubulaire, c'est-à-dire qui consiste en un nombre considérable de petits tubes qui descendent jusque près du fond du vase qui renferme le liquide et partent d'un ou de plusieurs tuyaux qui rampent au-dessus de ce liquide, de façon que la vapeur, arrivant dans les tuyaux, descend dans les tubes, où elle est divisée en petits filets nombreux qui s'échappent par les extrémités de ces tubes et remontent dans le liquide ainsi qu'on l'a souvent pratiqué avec l'air.

Dans le cas où la chaleur des tubes pourrait altérer le liquide, je renferme ces petits conduits dans des tubes d'un plus grand diamètre rendus imperméables à la partie inférieure, afin d'interposer une couche d'air entre les tubes renfermant la vapeur surchauffée et le liquide sur lequel on opère.

On pourrait encore, ce me semble, se servir de cette vapeur surchauffée en la projetant au sein ou au-dessus de la flamme d'un foyer en état de combustion pour en accélérer l'activité ou pour prévenir la fumée. J'ai trouvé par des essais que ce moyen produisait en effet ce double phénomène.

Enfin, comme je l'ai dit ci-dessus, de la vapeur surchauffée qu'on fait passer à travers les huiles animales très-odorantes, les désinfecte d'une manière assez complète.

Recherches sur les moyens d'obtenir un produit ne contenant pas de plomb et remplaçant avec avantage la céruse dans ses usages industriels.

Par M. H. De Ruolz.

(*Lu à l'Académie des Sciences, dans la séance du* 13 *novembre* 1843.)

L'amélioration du sort physique et moral de la classe la plus pauvre et la plus nombreuse de la société est une question qui préoccupe à juste titre toutes les hautes et nobles intelligences. Le corps savant le plus illustre du monde se trouvait naturellement placé à la tête de ce mouvement social, et c'est une puissante consolation pour la grande famille des travailleurs que de penser qu'une assemblée résumant en elle tout ce que la science humaine a produit de plus élevé, ne veut pas qu'ils usent leur vie en gagnant leur pain.

C'est dans le haut exercice de cette sainte mission que l'Académie a daigné récompenser en M. de La Rive, M. Elkington et moi les améliorations introduites dans l'art du doreur. Elle m'a imposé par son indulgente bienveillance des devoirs que je ne cesserai de m'efforcer de remplir, et je ne pouvais mieux employer les loisirs que l'Académie m'a faits, qu'en persévérant dans la voie où elle avait daigné soutenir mes premiers pas.

Nous ne tenterons pas de donner ici une statistique des maladies saturnines. Nous ne rappellerons pas leurs symptômes douloureux, leur gravité fréquente, le nombre considérable de leurs victimes, les rechutes auxquelles les malades restent exposés, même après avoir quitté leur profession.

Nous poserons seulement quelques chiffres nécessaires pour la suite de cette discussion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant 8 années, le nombre des malades admis au seul hospice de la Charité a été de 1165, soit en moyenne de 145 par an ; sur ce nombre, les cérusiers figurent pour 406, et les peintres ou broyeurs (qui n'emploient que la céruse dont la fabrication est terminée) pour le chiffre énorme de 385.

Des recherches faites à la préfecture de police ont donné le résultat suivant :

Malades. . . 302	Ouvriers des fabriques de céruse. . . 223		de Clichy.	161
			de Courbevoie . .	51
			de Grenelle. . . .	21
	Peintres et imprimeurs.	65		
	Atteint d'aliénation mentale.	1		
Morts. . . 12	de Clichy.	7		
	de Courbevoie.	1		
	de ces deux fabriques.	1		
	de divers ateliers.	3		

Ces chiffres sont nécessairement inférieurs à la réalité, car la plupart des ouvriers cérusiers ne font de cette déplorable profession qu'une ressource dans les moments où un autre métier qu'ils exercent ne leur offre pas de travail : ils sont inscrits par suite aux hôpitaux sous les qualifications de maçons, menuisiers, etc.

Deux routes se présentent pour celui qui cherche les moyens de préserver une classe si nombreuse d'ouvriers des dangers qui font de leur profession un véritable fléau.

1° Sans changer la nature chimique de la céruse, trouver un mode de fabrication tel que les ouvriers ne soient plus exposés ni au contact de ce produit, ni à l'absorption de ses particules en suspension dans l'air.

Jusqu'à présent aucune des espérances fondées sur des tentatives de ce genre n'a été justifiée par l'expérience ; de plus (sans vouloir atténuer le mérite des travaux honorables entrepris dans cette ligne d'idées) nous ferons remarquer que, même dans le cas d'un succès complet confirmé par l'expérience en grand, un tel moyen ne sauverait que les cérusiers, mais ne préserverait nullement les peintres, qui fournissent un nombre de malades presque égal (385 d'une part, 406 de l'autre).

Il est clair que cette classe d'ouvriers, dont on compte plus de 7,000 à Paris seulement, ne sera préservée que quand l'usage du plomb lui-même sera aboli ; car il est constant que l'essence de térébenthine, en se volatilisant, entraîne des molécules de céruse ; il est constant que des individus ont été attaqués de colique de plomb bien caractérisée pour avoir couché dans des pièces fraîchement peintes ; il est certain aussi que la suppression seule du plomb pourrait affranchir les ouvriers des dangers du poncage à l'eau, du poncage à sec, du flambage, etc.

2° Pour atteindre le but, il nous a donc semblé que la seule marche sûre était la découverte d'une combinaison ne contenant pas de plomb et réunissant toutes les conditions industrielles et commerciales de la céruse. Enfin, qu'on nous pardonne cette phrase un peu naïve, il nous paraît évident que le seul moyen sûr *à priori* de supprimer les maladies de plomb, c'est de ne pas s'en servir.

Nous avons donc préparé avec soin toutes les combinaisons blanches dont nous donnons le tableau, et éprouvé leur action sur l'huile et l'essence de térébenthine, ainsi que leur effet industriel ; nous n'avons éliminé que celles dont la préparation trop difficile ou le prix trop élevé constituaient d'avance un motif d'exclusion.

Combinaisons à base de chaux (10).

Phosphate (os calcinés), graveleux, se broie mal, par son mélange avec l'huile devient gris.
Arsénite, *id.* . . . . . *ibid.*
Oxalate, *id.* . . . . . *ibid.*
Arséniate, *id.* . . . . . *ibid.*
Carbonate reconnu depuis longtemps comme inapplicable.
Sulfate, *id.* . . . . . *ibid.*
Tartrate, ne se broie pas.
Stannate, par son mélange avec l'huile devient noir.
Borate, gris, pas de corps.
Gallate, jaune.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Combinaisons à base de baryte (6).

Sulfate, seul se broie mal, ne couvre pas, mêlé avec la céruse ne peut dépasser la proportion de 10 pour 100 sans lui faire perdre le *corps* et la noircir.
Phosphate, trop gras, pas de corps.
Carbonate, pas de corps, jaunit.
Oxalate, un peu plus de corps, gris.
Chromate, jaune.

Combinaisons à base d'alumine (5).

Alumine pure, ne couvre pas du tout.
Sulfate calciné, par son mélange avec l'huile, noircit.
Phosphate, *id.* . . . . . *ibid.*
Borate, gris, ne couvre pas.
Arséniate, mêlé avec l'huile, noircit.

Combinaisons à base de zinc (7).

Oxide, pas de corps, reconnu mauvais depuis longtemps par tous les peintres.
Carbonate, *id.* . . . . . *ibid.*
Phosphate, pas de corps, gris.
Borate, *id.* . . . . *ibid.*
Aluminate, *id.* . . . . *ibid.*
Tartrate, se broie mal, verdâtre, pas de corps.
Sous-sulfate, ne couvre pas du tout.

Combinaisons à base d'étain (12).

Hydrate, pas de corps, jaunit, reconnu mauvais par tous les peintres.
Oxichlorure, se broie bien, jaunit en séchant.
Protoxalate, a du corps, jaunit.
Protoborate, *id.* . . . *ibid.*
Protophosphate, se broie bien, assez blanc, pas de corps.
Arsénite, se broie mal, gris.
Chromate (proto), jaune.
Ferrocyanure, obtenu par double décomposition du protochlorure, couvre bien, beaucoup de corps, présente toujours une teinte bleue, due tant à la présence du fer dans l'étain du commerce qu'à l'impossibilité d'opérer sur une liqueur neutre.
Borate (deuto), gris foncé.
Phosphate (deuto), se broie mal, gris.
Sous-sulfate, obtenu en traitant le métal par l'acide sulfurique et reprenant la masse par l'eau, n'a pas de corps, adhère mal, noircit.

Combinaisons à base de fer (2).

Protosulfate calciné, couvre bien, mais ne peut être amené à une blancheur suffisante.
Perphosphate, mêlé avec l'huile, devient d'un brun rougeâtre.

Combinaisons à base d'antimoine (7).

Oxide (fleurs argentines), se broie bien, conserve en séchant une parfaite blancheur, peut, sans perdre ses qualités, se mêler avec plus de 30 pour 100 de sulfate de baryte.
Acide antimonieux, ne couvre pas, pas de corps.
Acide antimonique, *id.* . . . . . *ibid.*
Oxichlorure (poudre d'algaroth), se broie bien, couvre bien, mais d'un beau blanc d'abord, devient gris en séchant.
Sous-sulfate, obtenu en traitant le métal par l'acide sulfurique et reprenant la masse par l'eau, préparation difficile et insalubre, couvre bien, mais une fois appliqué devient en séchant d'un gris bleuâtre.
Surantimonite de potasse, pas de corps.
Bi-antimoniate *id.* . . . . *ibid.*

Combinaisons diverses (2).

Phosphate de strontiane, assez de corps, trop gras, trop gris.
Enfin 3 combinasons fondues, décrites, pour la première fois, par M. Berthier, dont suit l'indication.
Sulfate de chaux et carbonate de soude, fondus ensemble atome pour atome, se broie mal, gris, pas de corps.
Sulfate de chaux et sulfate de soude, *id.* . . . . . *ibid.*
Sulfate de baryte et carbonate de soude, *id.* . . . . . *ibid.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut déduire du tableau qui précède les observations générales suivantes :

1° L'action sur l'huile des combinaisons essayées, leurs qualités industrielles, telles que la couleur, la propriété de couvrir, etc., dépendent généralement de leur élément électropositif plus que de leur élément électronégatif.

2° Les combinaisons à base de chaux noircissent et n'ont pas de corps.

3° Les combinaisons à base de baryte se broient mal, deviennent grises et ne couvrent pas.

4° Les combinaisons à base d'alumine noircissent et n'ont pas de corps.

5° Les combinaisons à base de zinc sont généralement dépourvues de corps.

6° Les combinaisons à base d'étain se broient bien, ne manquent pas de corps, mais deviennent grises ou jaunâtres par leur mélange avec l'huile.

7° Les combinaisons à base d'antimoine ne donnent lieu à aucun principe général, et leur manière de se comporter varie avec chacune d'elles.

Enfin, parmi le grand nombre de substances que nous avons essayées, deux seulement nous ont paru réunir toutes les conditions d'un bon usage industriel à une notable économie.

La première était un produit arsénical peu connu jusqu'ici.

Mais bien qu'il soit démontré que les nombreux ouvriers qui manient sans cesse des solutions arsénicales dans les fabriques de Rouen et de Mulhouse n'ont jamais éprouvé d'accident; bien qu'il fût évident pour nous que la santé des ouvriers et des peintres ne serait nullement compromise, et qu'ainsi la double question commerciale et philantropique paraisse résolue, néanmoins, réfléchissant qu'une couleur est un genre de produit qui se débite en détail et dont on ne peut refuser livraison au premier venu, considérant qu'à l'aide de réactions chimiques très-simples on eût pu rendre à ce produit ses qualités vénéneuses; ces puissants motifs d'intérêt social nous ont déterminé à renoncer au résultat de notre travail et à garder sur ce point un silence absolu.

Continuant donc nos recherches, nous nous sommes définitivement arrêté à l'oxide d'antimoine (fleurs argentines), qui offre les propriétés suivantes :

Couleur blanche très-pure, et pouvant rivaliser avec le plus beau blanc d'argent.

Se broie aisément, et forme avec l'huile un mélange onctueux et cohérent.

Couvre parfaitement.. Sa propriété de couvrir est à celle de la céruse de Hollande comme 46 : 22, expérience du reste conforme à la théorie, car un produit jouit ou non de la propriété de couvrir, mais dès qu'il la possède, il est clair que les surfaces couvertes doivent être inversement proportionnelles aux densités; c'est ce qui a lieu dans le cas qui nous occupe.

Mêlé avec les autres couleurs. L'oxide d'antimoine donne, au dire des artistes que nous avons consultés, des tons beaucoup plus lumineux que le blanc de plomb.

Mode de fabrication. Comme mode de fabrication, nous nous sommes arrêté à un procédé des plus simples, indiqué depuis longtemps par M. Rousseau pour la désulfuration des métaux, à l'aide duquel, au moyen des modifications pratiques que nous y avons apportées ensemble, le sulfure d'antimoine naturel est converti directement en poudre impalpable douée du plus beau blanc. Ce produit peut être broyé immédiatement avec l'huile sans autre manipulation.

Prix de revient. Il est ainsi de 33 à 40 francs les 100 kilog. Or, pour évaluer le prix réel d'une couleur, il faut tenir compte du poids nécessaire pour couvrir une surface x; on a ainsi la proposition suivante :

$$46 : 22 :: 40 : x = 19{,}12.$$

Le prix actuel de l'oxyde d'antimoine serait donc de 19 fr. 15 c., c'est-à-dire moins du tiers de celui de la céruse de moyenne qualité.

On doit aussi considérer que la France est extrêmement riche en mines d'antimoine, non exploitées faute de débouchés suffisants, et que le procédé nouveau, en développant cette exploitation, en constituant ainsi une nouvelle source de richesse nationale, amènerait en même temps une baisse considérable sur le sulfure d'antimoine.

En résumé, le produit que nous proposons offre des avantages sur la céruse et revient beaucoup moins cher.

Il est évident, d'après son mode de préparation, que les ouvriers qui le fabriqueront seront à l'abri de tout danger.

Les médecins et les physiologistes auront à examiner s'il est possible que, contrairement à notre conviction, les peintres qui l'appliqueront mêlé avec l'huile en éprouvent quelques inconvénients.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De la désulfuration des métaux en général appliquée à la préparation de l'acide sulfurique et en particulier à celle de l'oxide d'antimoine.

Par M. E. Rousseau.

L'intérêt grave qui s'attache à l'heureuse application que M. de Ruolz vient de faire de l'oxide d'antimoine pour remplacer le carbonate de plomb dans toutes ses applications m'engage à venir aujourd'hui soumettre les résultats auxquels je suis parvenu dans la désulfuration des métaux en général et les détails du procédé que M. de Ruolz avait adopté de préférence pour préparer l'oxide d'antimoine de manière à satisfaire à toutes les exigences de l'industrie; c'est donc le complément de sa communication que j'apporte ici.

Le principe de ce procédé est aussi simple que la réaction est facile à opérer, il ne fait que reproduire en peu d'heures ce que la nature fait avec le temps.

Jusqu'ici le seul moyen que la métallurgie ait pu employer pour se procurer le soufre des divers métaux consiste en un grillage plus ou moins prolongé pendant lequel le minerai perd son soufre soit en nature soit à l'état d'acide sulfureux; mais de quelque manière que l'opération soit exécutée, jamais encore on n'a pu arriver à une séparation complète de ces éléments.

Par un autre genre de désulfuration qui s'exécute encore, mais dans un autre but, on oxigène à la fois le soufre et le métal pour convertir le sulfure en sulfate; mais cette méthode présente des difficultés de main-d'œuvre et une perte de temps qui la font éloigner des opérations métallurgiques. Tous les chimistes savent en effet qu'il suffit d'exposer le minerai sulfuré réuni en tas à l'action de l'air atmosphérique pour que peu après, avec le temps, une combustion lente des éléments s'opère et donne au soufre et au métal tout l'oxigène qui leur est nécessaire pour produire un sulfate.

Mais en réfléchissant que si on réunit à l'emploi d'une température convenablement dirigée les conditions normales sous l'influence desquelles une action chimique ne s'opère que lentement dans dans la nature, on peut atteindre le même but en peu d'instants, j'ai été conduit à examiner quelle serait l'action simultanée de l'air et de l'eau sur les divers sulfures à une température plus ou moins élevée. Dans ce but, j'ai fait nombre d'expériences non-seulement en petit dans le laboratoire, mais en masse sur plusieurs milliers de kilogrammes à la fois. Ces essais ont surtout porté sur les sulfures de fer, de cuivre, d'antimoine et de plomb.

L'appareil dont je me sers dans les examens de laboratoire se compose d'un tube qui peut être de grès, de fer, de porcelaine ou même de verre, et disposé sur un fourneau. A l'une de ses extrémités s'adapte une petite cornue tubulée contenant de l'eau destinée à fournir de la vapeur. Puis à la tubulure de cette cornue je joins la tuyère d'un soufflet. L'appareil étant ainsi disposé, on place dans l'intérieur du tube le sulfure réduit en petits fragments et on chauffe peu à peu jusqu'à la température voisine du rouge; à l'aide du soufflet on envoie lentement un courant d'air qui, en passant à la surface de l'eau légèrement chauffée, entraîne avec lui toute l'humidité qu'il peut prendre. Alors, et dès que la température a acquis le degré indiqué, la décomposition commence et tout le soufre est successivement converti en acide sulfureux qui se dégage par l'extrémité libre du tube, tandis que le métal reste à l'état d'oxide entièrement désulfuré.

Cette opération offre une particularité remarquable, surtout pour les sulfures de fer et de cuivre; c'est que tous les morceaux qui s'y sont trouvés soumis, tout en conservant leur forme primitive, doublent presque de volume; ils sont pour ainsi dire fouillés moléculairement, et vient-on à les toucher, de durs qu'ils étaient, ils se réduisent en poussière sous la moindre pression, tandis que dans les opérations ordinaires ces sulfures entrent en fusion dès qu'on élève la température, et ne peuvent être mis en contact avec le fer sans l'attaquer: inconvénient qui ne subsiste pas dans le mode d'opérer que je décris ici, puisqu'en petit comme en grand je le pratique dans des cylindres de fonte.

Maintenant que se passe-t-il dans cette opération? quel rôle l'eau particulièrement joue-t-elle? Si elle remplit une fonction chimique telle qu'on l'entend ordinairement, elle ne pourrait qu'être décomposée par le sulfure, et de là naîtrait inévitablement de l'hydrogène libre ou sulfuré, plus de l'oxigène qui serait absorbé. Mais on ne peut l'admettre, car il ne se dégage aucune trace de l'un ou l'autre de ces gaz; on ne recueille que de l'acide sulfureux mêlé seulement de l'excès d'oxigène et de l'azote que l'air y laisse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cependant l'intervention de l'eau est efficace, il suffit pour s'en convaincre d'observer les faits ; car si l'on dirige simplement un courant d'air à travers le tube, non-seulement la désulfuration est incomplète, mais encore il faut que la température soit élevée beaucoup au-dessus du rouge, sans quoi une partie du soufre se distille sans subir aucune modification, et de là tous les inconvénients que j'ai signalés plus haut comme inhérents au mode ordinaire de désulfuration.

Si l'on fait le contraire et que ce soit seulement de l'eau qui arrive à la surface du sulfure, on n'obtient plus alors d'acide sulfureux, mais une grande quantité d'hydrogène sulfuré et du soufre qui peut même aller pour le bisulfure de fer jusqu'à 25 pour 100 du minerai employé. Il faut donc, pour que tout le soufre passe à l'état d'acide sulfureux et le métal à celui d'oxide, que ces deux agents, l'air et l'eau, soient réunis dans des rapports que l'expérience seule peut indiquer.

L'influence de l'eau dans cette opération rentre évidemment dans cette classe de phénomènes qui s'accomplissent à chaque instant sous nos yeux et que la science n'a même pas encore nommés. Ainsi, qui ne sait qu'un morceau de métal poli conserve tout son éclat dans de l'air sec ou dans de l'eau privée d'air, tandis qu'exposé à l'action de l'air atmosphérique, qui réunit l'air et l'eau, il est de suite et profondément oxidé?

Le mode de désulfuration des métaux dont je traite ici ne rentre-t-il pas dans toutes les conditions que l'action lente des temps accomplit en transformant les pyrites en sulfates, lorsqu'elles sont exposés à l'air. Seulement ici la chaleur remplace le temps, et au lieu de deux opérations successives elle n'en fait qu'une instantanée.

Tels sont les détails, si j'ose le dire, théoriques du mode de désulfuration dont j'eus la pensée lorsque tout récemment le soufre, monopolisé par de riches capitalistes, avait atteint un prix presque triple de celui auquel le commerce le livre aujourd'hui. On conçoit en effet qu'en substituant au tube de verre ou de grès des capacités convenables, il soit facile de transformer l'expérience de laboratoire en opération industrielle. Il suffit d'établir une communication avec la chambre de plomb, et, dans ce cas, le tirage des cheminées ordinaires suffit pour remplacer l'appareil de ventilation. On en règle l'intensité comme celle de la vapeur d'eau.

Ce procédé offre donc le double avantage d'utiliser soit comme oxides, soit comme minerais de soufre, les pyrites d'abord que l'on trouve par fois en abondance et qui, aujourd'hui, restent sans emploi ; ensuite, et surtout parce qu'ici l'objet est d'un plus haut prix, les minerais pauvres de métal, mais riches de soufre, comme les sulfures de cuivre dont le grillage trop difficile empêche l'exploitation. Je ferai observer en outre que l'acide sulfureux soigneusement recueilli ne serait plus une cause de destruction de toute végétation autour des lieux d'exploitation.

D'après ce qui précède, on se rendra facilement compte de la préférence que M. de Ruolz a donnée à ce mode de préparation pour obtenir l'oxide d'antimoine en employant simplement le sulfure brut. Toutefois, par la nature de ce minéral, quelques modifications sont devenues nécessaires pour en extraire l'oxide avec profit, rapidité et dans toute sa pureté. Sa grande fusibilité est le premier obstacle ; en outre, il attaque tous les instruments de fer dont on pourrait se servir. Il faut donc substituer aux cylindres un four dont la sole soit en briques et qui puisse être chauffé dessous et tout à l'entour, en faisant circuler dans une double enveloppe de maçonnerie les gaz chauds émanés du foyer. A la partie supérieure de ce four on établit une communication avec de vastes récipients qui, dans une grande exploitation, pourraient être des chambres en maçonnerie offrant, dans toute leur étendue, une suite de chicanes pour faciliter le dépôt de l'oxide entraîné. Si on laisse l'acide sulfureux se dégager librement dans l'atmosphère, on termine l'appareil par une cheminée suffisamment élevée pour y déterminer un courant d'air assez rapide. Dans tous les cas où l'on voudrait utiliser l'acide sulfureux produit pour la fabrication de l'acide sulfurique, le tirage des chambres suffirait ainsi que je l'ai indiqué.

Sur le devant du four on laisse une ouverture par laquelle on introduit le minerai et la quantité d'air nécessaire. Lorsque le four est suffisamment échauffé, on étend sur la sole une couche de sulfure réduit en menus fragments passés à travers deux tamis, afin d'en éloigner la poussière, et n'avoir qu'une seule grosseur pour tous les morceaux et obtenir ainsi plus de régularité dans la décomposition. Enfin, sur une plaque de fonte placée devant l'ouverture du four, on fait tomber goutte à goutte de l'eau qui, en se vaporisant, s'oppose à la fu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion du sulfure et coopère à sa décomposition.

Toutes ces conditions étant remplies, on voit sortir du four pour se rendre dans les condensateurs une fumée blanche, fort épaisse, produite par l'oxide d'antimoine, qui se trouve ainsi entraîné par les courants d'air et d'eau. Mais son dépôt s'effectue avec facilité dès que la vapeur qui l'enveloppe et qui se trouve attirée par le courant d'air vient à se condenser dans le reste de l'appareil. Il suffit pour recueillir cet oxide de venir le balayer dans les récipients où il s'est déposé, et de le faire sécher s'il est encore humide.

L'oxide d'antimoine produit de cette manière est blanc, et réduit en une poudre impalpable ; il peut donc être employé immédiatement en peinture. Il suffit de le mélanger à l'huile sans lui faire subir aucune opération de pulvérisation ou de broyage. Je ferai même remarquer que, produite ainsi, sous l'influence de la vapeur d'eau, cette poudre atteint un degré de ténuité qu'il est impossible d'obtenir par tout autre moyen. Pour confirmer ce fait, j'ai oxidé de l'antimoine métallique par un courant d'air sec ; j'ai obtenu également un produit de fort belle apparence, mais offrant au toucher une rugosité qui remplace l'onctuosité du précédent, et dont l'emploi en peinture est loin d'avoir les mêmes avantages, car une partie du premier couvre un espace presque double comparativement au second.

Ce mode de préparation de l'oxide d'antimoine éloignerait déjà par lui-même la majeure partie des chances d'insalubrité, si ce produit devait exercer quelque effet nuisible sur la santé des ouvriers. Mais je me hâte de dire, en m'appuyant de l'autorité d'un des principaux propriétaires de mines de sulfure d'antimoine, M. Chapuzet, que, depuis 54 ans qu'il y préside, il n'y a pas eu d'exemple que l'oxide d'antimoine, aux émanations duquel sont exposés les ouvriers qui extraient ce métal, ait produit sur leur santé quelque effet fâcheux.

L'article de M. de Ruolz et l'accueil flatteur qu'il a reçu m'ont déterminé à faire connaître le procédé qu'il a déclaré lui-même être le complément de sa belle idée, le moyen de la rendre pratique auquel il a donné toute sa préférence.

Appareil mécanique élastique pour la battage des cuirs.

Par M. G. W. Bichon.

Nous avons déjà fait connaître dans *le Technologiste*, 4e année, page 343, un appareil propre au battage des cuirs, établi par M. Farcot, mécanicien, et qui fonctionne dans les grands établissements de MM. Sterlingue et Cie, à Paris, et de MM. Delbut et Cie, de Saint-Germain-en-Laye. Cette machine étant placée sous la garantie d'un brevet d'invention, d'autres tanneurs, par suite de la concurrence, ont dû songer à en faire établir une autre propre à remplir les mêmes fonctions et d'après des principes différents et nouveaux. M. J. Berendorf, mécanicien, rue Mouffetard, 300, à Paris, a résolu ce problème au moyen d'une machine dont nous allons donner la description et la figure.

A, fig. 1, pl. 53, est une machine à vapeur oscillante qui imprime le mouvement à tout le mécanisme. La bielle *a* met en action le levier B qui se trouve lié lui-même à la tige cylindrique C, faisant fonction de pilon, par le moyen du boulon *b* qui peut se mouvoir de haut en bas et réciproquement dans la mortaise *b,c*. La partie inférieure de la tige cylindrique C est chaussée d'une masse en laiton D. *d* est une petite cloison en fonte contre laquelle repose une table en bois *e,f* ainsi qu'une autre table semblable de l'autre côté. Le centre de mouvement du levier B est placé au point E ; *g,h* sont des tubes de vapeur qui servent à chauffer la tige cylindrique ainsi que l'enclume également cylindrique *i ; k,l* est la peau qu'il s'agit de battre. *m,m* un rouleau ou plutôt un disque, sur lequel passe une corde qui est rejetée ensuite sur la poulie *n ;* cette corde porte à l'un de ses bouts un poids *o*, et de l'autre elle descend pour se fixer à une pédale *p*. Au moyen de cette pédale, on produit le mouvement d'élévation et d'abaissement de l'enclume, de façon que le cuir, suivant qu'il est plus ou moins épais, est frappé d'un coup plus ou moins fort ; *q,r* est un levier par l'entremise duquel on peut faire marcher en avant ou en arrière une tige *s*, qui est en communication avec la soupape ou le robinet d'introduction de la machine à vapeur, afin de pouvoir régler la marche de celle-ci. *u* est le tuyau qui transmet la vapeur de la chaudière au cylindre, et *t* un retour d'eau qui ramène l'eau condensée à la chaudière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le travail de cette machine est absolument le même que celui de l'appareil de M. Farcot, mais elle mérite peut-être la préférence en ce qu'elle exige moins de force motrice et qu'elle ne donne pas lieu à l'ébranlement des bâtiments et du local comme la seconde.

Perfectionnements apportés dans les procédés de teinture et d'impression sur coton, soie et laine.

Par M.-J. Barnes, chimiste, et J. Mercer, imprimeur.

Nous avons fait usage avec succès, depuis quelque temps, dans la teinture et l'impression sur coton, soie et laine, d'une liqueur que nous appelons *aide-mordant*, et qui, combinée en certaines proportions, rend en effet les mordants ordinaires plus efficaces et plus utiles, et qui nous paraît constituer un perfectionnement dans les arts indiqués plus haut. Voici la manière dont nous préparons cette liqueur et les avantages qu'elle présente.

A 43 kilogr. de fécule de pommes de terre on ajoute 170 litres d'eau, $5^{lit.}70$ d'acide nitrique du commerce (poids spécifique 1.300) et 125 grammes de peroxide de manganèse. L'action chimique qui se manifeste parmi ces ingrédients est abandonnée à elle-même jusqu'à ce que l'acide nitrique soit décomposé. Alors au résidu ainsi produit on ajoute 225 litres d'acide pyroligneux, et le composé formé de cette manière constitue l'aide-mordant en liqueur dont il a été question, et qui est ainsi dans l'état propre à être ajouté aux autres mordants employés dans la teinture et l'impression.

La proportion dans laquelle l'aide-mordant doit être ajouté pour produire différents mordants perfectionnés varie suivant les propriétés chimiques et la nature des mordants auxquels on l'applique; mais d'après notre propre expérience, nous avons trouvé que les proportions suivantes produisaient des mordants très-perfectionnés.

Pour le noir, on prend $4^{lit.}50$ de liqueur de fer (pyrolignite de fer), $4^{lit.}60$ d'aide-mordant et autant d'eau, épaissi ou non, suivant la manière dont on l'applique.

Pour le pourpre, on prend $4^{lit.}50$ de pyrolignite de fer, 9 litres d'aide-mordant et 27 litres d'eau. Pour un pourpre pâle, $4^{lit.}50$ de pyrolignite de fer, $15^{lit.}50$ d'aide-mordant et 54 litres d'eau; et pour un pourpre plus pâle encore, $4^{lit.}50$ de pyrolignite, 18 litres d'aide-mordant, et de 90 à 130 litres d'eau.

Ces mordants perfectionnés sont appliqués, lavés et teints à la manière ordinaire.

Pour les mordants d'étain ou ceux d'alumine, on suit la même règle, excepté que l'on emploie les liqueurs rouges ou autres sels d'alun, les chlorhydrates ou autres sels d'étain au lieu du pyrolignite de fer.

Dans la teinture de la soie et de la laine nous ajoutons l'aide-mordant avec le mordant à l'étain, au fer ou à l'alun, avec ou sans matière colorante dans la même chaudière; mais, dans tous les cas, cette manière de pratiquer est abandonnée au jugement et à l'habileté de l'opérateur.

On peut, au lieu de l'acide nitrique, que nous avons indiqué, se servir de quelque autre agent d'oxigénation, tel que les chromates, le peroxide de manganèse avec un autre acide minéral, etc., et ne pas se borner aux proportions que nous avons données pour les ingrédients qui peuvent être variés avec succès. Toute la condition à remplir consiste à conduire la décomposition aussi loin qu'il est possible sans qu'il y ait formation d'acide oxalique, et aussi peu d'acide carbonique qu'on le peut, ce qui est rendu très-facile par l'action catalitique du manganèse, qui s'oppose à la formation du premier de ces acides. De même, quoique nous ayons conseillé la fécule de pomme de terre qui réussit bien, toutes les matières amidonneuses, saccharines, ligneuses et gommeuses ont également du succès, et en général toutes celles qui renferment peu d'azote et où l'oxigène et l'hydrogène sont à peu près dans des proportions propres à former de l'eau.

De quelques nouveaux moyens de polir les plaques photographiques, d'après MM. Daguerre, Belfied, Foucault et Claudet.

Par M. E. de Valicourt.

Le polissage des plaques a toujours été regardé avec raison comme une des conditions essentielles de la réussite des images daguerriennes. Depuis la publication de notre *Manuel de Daguerréotypie*, d'importantes améliorations ont été apportées à cette partie du procédé;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais avant de les faire connaître, nous devions attendre qu'elles eussent reçu la sanction de l'expérience.

On sait que le polissage exige deux conditions distinctes, l'une mécanique, l'autre chimique : le bruni parfait de la plaque, et le décapage destiné à assurer, autant que possible, la pureté chimique de la couche d'argent qui doit recevoir l'image.

Un grand nombre de substances ont été tour à tour proposées pour atteindre ce double but. Presque tous les corps qui peuvent se réduire en poudre fine ont été successivement essayés; la nomenclature en serait vaste, il nous suffira de citer : la ponce, le tripoli, la terre pourrie, les os calcinés, la suie, le noir de lampe, le rouge d'Angleterre, l'amidon, etc. Aujourd'hui, la plupart de ces substances ont été abandonnées, pour s'en tenir exclusivement à la ponce et au tripoli; et les personnes qui font de belles épreuves écartent surtout de leurs préparations le rouge d'Angleterre, dont il est impossible de débarrasser entièrement la plaque. Cependant, il faut le dire, on n'obtient pas facilement un bruni parfait avec la ponce et le tripoli, car, outre la difficulté d'un *tour de main* qu'on n'acquiert pas du premier coup, ces substances, telles qu'on les trouve dans le commerce, même après avoir été lavées, sont loin d'être à l'état de pureté et de finesse nécessaires pour éviter de rayer la surface de l'argent. Il faut donc, avec un soin minutieux, leur faire subir un nouveau lavage et décantage. Voici la manière d'y procéder.

Dans une grande carafe ou dans un bocal rempli d'eau, on verse une poignée de ponce ou de tripoli. On agite fortement le vase, puis on laisse reposer pendant 4 à 5 minutes pour la ponce, et 2 à 3 minutes pour le tripoli. On introduit alors dans le vase un siphon, dont l'extrémité inférieure ne doit pas plonger au delà de la moitié du liquide. Puis, à l'aide de ce siphon, on soutire l'eau qui contient en suspension les particules les plus ténues de la ponce ou du tripoli. Cette eau est versée sur un filtre de papier, qu'elle traverse en y déposant la poudre qu'elle tenait en suspension. Lorsque cette poudre est à moitié sèche, on l'introduit dans un creuset de porcelaine, ou à défaut de creuset dans une tête de pipe; on applique alors une forte chaleur au moyen d'une lampe à esprit de vin; mais il est inutile, pour le tripoli surtout, de pousser la calcination jusqu'au rouge; il suffit qu'il soit complétement exempt d'humidité.

Avec de la ponce et du tripoli ainsi préparés, on peut être assuré d'obtenir un bruni parfait et sans aucune rayure.

Quant au décapage de la plaque, on se rappelle que lors de la publication de son procédé M. Daguerre indiquait comme une des conditions essentielles de réussite la pureté chimique de la couche d'argent destinée à recevoir l'image. Pour arriver à ce résultat, la plaque, après un premier poli préparatoire, était soumise à plusieurs décapages successifs, au moyen d'une petite quantité d'eau acidulée par l'acide nitrique.

On était déjà parvenu dans la pratique à s'affranchir d'une grande partie de ces décapages, lorsqu'il y a quelques mois M. Daguerre communiqua à l'Académie des sciences un nouveau procédé ayant pour but de débarrasser la surface de l'argent de toute espèce de *crasse* et du *limon atmosphérique* qui pourraient y adhérer. Ce moyen consistait à verser sur la plaque une nappe d'eau distillée que l'on y faisait bouillir et que l'on séchait ensuite avec la lampe à esprit de vin (1). On obtenait ainsi une plus grande sensibilité de la plaque. Mais, il faut le dire, l'extrême difficulté que l'on éprouvait à enlever l'eau distillée, sans qu'elle laissât de taches sur l'argent, et l'embarras d'emporter en voyage une grande quantité d'eau distillée, rendaient ce procédé impraticable; et il ne fut pas adopté.

Toutefois, il paraissait démontré pour tout le monde qu'il fallait, suivant la recommandation de M. Daguerre, opérer sur une couche d'argent parfaitement exempte de matières étrangères, ou, si l'on veut, aussi chimiquement pure que possible.

Les choses en étaient à ce point, lorsqu'il y a quelques mois MM. Belfied et Foucault, en opposition avec l'opinion de M. Daguerre, annoncèrent qu'une légère couche de matière organique déposée régulièrement sur la surface de la plaque, loin de nuire à la formation de l'image, lui était au contraire favorable. A l'appui de leurs assertions ils présentaient à l'Académie des sciences une série de magnifiques épreuves, comme ces messieurs en savent faire; les pla-

(1) Nous avons rapporté la description de ce procédé dans *le Technologiste*, t. IV, p. 353. Depuis M. Daguerre a recommandé de faire condenser la vapeur de l'haleine sur l'argent avant d'y verser l'eau distillée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ques avaient été polies à l'essence de térébenthine.

M. Daguerre crut devoir soutenir sa théorie, et il s'éleva à ce sujet entre lui et MM. Belfied et Foucault une polémique assez vive. Nous éviterons de prendre parti dans cette discussion, nous réservant cependant d'examiner plus tard si le procédé de MM. Belfied et Foucault ne serait pas tout simplement un mode de décapage plus parfait, puisque l'essence de térébenthine, d'abord étendue sur la plaque, doit être complétement dissoute par l'*alcool absolu* que l'on emploie dans le second temps de l'opération.

Notre but, avant tout, est de fournir à nos lecteurs des améliorations dans la pratique; laissant donc de côté pour le moment les théories si souvent contestables en photographie, nous dirons que le mode de polissage de MM. Belfied et Foucault présente à la fois une grande simplification et un véritable perfectionnement dans le procédé. Nous allons donc le décrire dans tous ses détails.

Iº *Procédé de MM. Belfied et Foucault pour le polissage des plaques daguerriennes au moyen de l'essence de térébenthine.*

La plaque étant fixée sur la planchette à polir, on y verse deux ou trois gouttes d'essence de térebenthine ordinaire (1). On ajoute un peu de ponce ou de tripoli, et avec un tampon de coton qui n'a pas besoin d'être neuf, on frotte en arrondissant, et en décrivant une multitude de petits cercles très-rapprochés, mais tous excentriques les uns aux autres. On aura soin de parcourir également tous les points de la superficie de la plaque. Au bout d'une minute environ, il se formera sur l'argent un cambouis noir, dont on enlèvera la plus grande partie, en continuant de frotter en rond avec le même coton. On mettra alors sur la plaque un peu de ponce ou de tripoli sec, et avec un tampon neuf, on frottera, toujours en arrondissant, jusqu'à ce que la surface de la plaque prenne un éclat vif et un bruni parfait. Voilà pour le premier temps de l'opération.

Arrivé à ce point, on versera sur la plaque 3 ou 4 gouttes d'un mélange d'essence de térébenthine et d'alcool absolu, dans la proportion de 1 partie d'alcool pour 1 1/2 de térébenthine. On ajoutera un peu de ponce ou de tripoli que l'on étendra *légèrement* sur toute la surface de la plaque avec le même tampon qui a servi à l'opération precedente. Lorsque le tripoli sera étendu régulièrement sur la couche d'argent, on l'y laissera sécher; il formera alors sur la plaque une croûte épaisse d'un blanc mat. En moins d'une minute la dessiccation est complète, et pour terminer le poli il ne restera plus qu'à enlever la couche de tripoli. On prendra à cet effet un tampon neuf et on frottera cette fois la plaque dans une direction transversale à l'image qu'on veut obtenir. En très-peu de temps le bruni sera parfait, et la plaque sera prête à être soumise à l'iodage.

Le poli que nous venons de décrire n'accélère en rien la formation des images photographiques; mais nous devons en terminant faire ressortir les autres avantages qui en résultent.

D'abord, la seule description que nous avons donnée du procédé indique assez qu'il doit présenter une grande économie de temps.

En second lieu, ce genre de poli est applicable à toutes les plaques, dans quelque état qu'elles se trouvent, neuves, avec épreuve fixée ou non fixée.

Nous avons remarqué en outre, depuis que nous employons l'essence de terebenthine, que jamais aucune trace d'anciennes épreuves ne reparaissait sur la plaque. Cet effet remarquable doit être attribué, selon nous, à une action mécanique d'une nature particulière, que l'essence exercerait sur la couche d'argent. Cette propriété de l'essence de terebenthine a été utilisée depuis longtemps avec succès pour le perçage du verre et le forage des métaux (1). Nous sommes donc très-disposés à attribuer la supériorité incontestable du procédé de MM. Belfied et Foucault à une action mécanique exercée sur le métal par l'essence de térébenthine et les autres huiles essentielles; l'essence aurait pour effet la destruction et l'enlèvement complets de la couche d'argent combinée à l'iode. On opérerait donc sur une surface entièrement neuve; mais, par une suite nécessaire, les plaques ainsi traitées seraient plus promptement usées. C'est aussi ce que nous avons remarqué. Cette théorie nous paraît plus vraisemblable que l'efficacité de la couche de *vernis* ou de

(1) Pour verser goutte à goutte les liquides employés dans le polissage, nous les renfermons dans un petit flacon bouché avec un bouchon de liége, et au centre duquel nous fixons un très-petit tube de verre, ou tout simplement un tuyau de pipe.

(1) Voir à cet égard un article inséré dans *le Technologiste*, tome II, page 421.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matière organique à laquelle MM. Belfied et Foucault ont attribué une influence photogénique.

Un autre effet très-remarquable de l'essence de térebenthine est que les plaques ainsi polies peuvent absorber une bien plus grande quantité de substance accélératrice, sans qu'il en résulte l'inconvénient que l'on a désigné sous le nom de *voile de brôme*. On sait que sur une plaque polie par les moyens ordinaires, le moindre excès de brôme se trahit par un nuage plus ou moins épais, qui obscurcit tout ou partie de l'image. Avec l'essence, au contraire, il faudrait que l'excès de brôme fût plus considérable pour donner naissance à un voile sur l'épreuve; on pourra donc désormais brômer les plaques jusqu'au maximum de sensibilité.

Enfin, M. Daguerre reconnaît lui-même que la présence d'une couche légère d'huile essentielle sur la plaque, est très-propre à s'emparer de l'iode mis en liberté pendant l'exposition à la chambre noire, et à prévenir ainsi le fâcheux effet signalé récemment par MM. Choiselat et S. Ratel (1). [Cet avantage, lors même qu'il serait le seul, suffirait pour mériter la préférence au procédé de MM. Belfied et Foucault.

II° *Polissage des plaques à l'essence de lavande, d'après les indications de MM. Daguerre et Foucault.*

M. Daguerre, tout en proscrivant le système de polissage des plaques proposé par MM. Belfied et Foucault, a indiqué néanmoins l'essence de lavande comme pouvant être substituée avantageusement à celle de térébenthine; cette modification, adoptée par M. Foucault, lui a permis de supprimer dans le poli l'emploi de l'alcool absolu, qu'il n'est pas facile de se procurer dans toutes les localités. Nous avons adopté nous-même le procédé ainsi simplifié, et toutes nos plaques sont polies exclusivement avec l'essence de lavande et la ponce ou le tripoli. Rien de plus prompt et de plus facile que cette opération. On se conformera exactement à tout ce qui a été dit précédemment pour le premier temps du poli à l'essence de térébenthine, mais, arrivé au point où il faudrait étendre sur la plaque un mélange d'essence et d'alcool absolu, on se contentera d'y saupoudrer un peu de ponce ou de tripoli, et avec un tampon de coton neuf on frottera vivement, mais légèrement, en arrondissant; enfin, pour rétablir le poli transversal, on donnera un dernier coup en travers de la plaque, avec le même coton et un peu d'amidon en poudre très-fine.

(1) Nous parlerons dans un prochain numéro des découvertes intéressantes de ces messieurs.

III° *Poli à l'acide sulfurique ou nitrique mélangé d'huile, par M. Daguerre.*

Dans la polémique qui s'est élevée entre M. Daguerre et MM. Belfied et Foucault, relativement au poli à l'essence de térébenthine, le célèbre inventeur, après avoir combattu la théorie présentée par ses adversaires (1), s'est cru obligé de proposer un autre mode de polissage des plaques, auquel il attribue la propriété de donner des images plus promptement, et d'éviter la *solarisation* des parties les plus claires, en établissant une sorte d'harmonie dans la reproduction de toutes les teintes.

S'il en était ainsi, M. Daguerre aurait ajouté un immense perfectionnement à l'art dont il est le créateur. Mais, au risque de nous attirer une de ces mercuriales que le maître distribue, un peu trop facilement peut-être aux adeptes de sa découverte qui ne partagent pas ses opinions, lorsqu'ils n'ont pas l'honneur d'être des *savants distingués*, nous nous exprimerons avec franchise sur le polissage au moyen des acides mélangés d'huile. Nous avons expérimenté cette nouvelle méthode sous l'influence d'une prévention favorable et avec tout le soin que nous commandait le nom seul de l'auteur; et nous n'avons pas trouvé qu'elle réalisât les avantages promis par M. Daguerre, ni sous le rapport de la promptitude, ni pour éviter la solarisation. Plusieurs amateurs de photographie, que nous avons consultés sur ce point, ont exprimé le même avis et donnent la préférence au polissage par les essences.

Quoi qu'il en soit, comme nous n'avons pas la prétention d'imposer à personne nos opinions personnelles, comme il est possible d'ailleurs qu'en d'autres mains le polissage par les acides mélangés d'huile arrive à un état de perfectionnement dont M. Daguerre lui-même exprime le désir et l'espoir, nous allons reproduire la description du procédé telle que l'inventeur l'a publiée.

« On mêle dans un flacon une huile fixe (l'huile d'olive m'a paru préférable)

(1) On se rappelle que nous n'adoptons pas la théorie de MM. Bellield et Foucault, et que nous avons essayé d'en donner une explication qui rentrerait dans les idées de M. Daguerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec de l'acide sulfurique du commerce, et en égale quantité (1).

» Au moment du mélange, il s'opère une action très-violente, et le flacon s'échauffe vivement. Il faut, avant de s'en servir, le laisser refroidir.

» Alors on prend avec du coton un peu de ce composé, et on l'étend promptement sur la plaque ; puis on frotte avec de la poudre de ponce jusqu'à ce que l'argent ait pris un poli bien noir. Il est important que cette couche d'huile et d'acide soit très-mince, quoiqu'elle ne s'oppose pas au contact de l'iode et de l'argent.

» On peut encore employer le mélange suivant, auquel je donnerais peut-être la préférence s'il ne fallait, avant de s'en servir, toujours avoir soin d'agiter le flacon.

» C'est une partie d'acide nitrique du commerce avec cinq parties d'huile d'olive. Après avoir bien remué ce composé, on peut l'employer immédiatement de la même manière que le précédent.

» On pourra sans doute faire des composés à l'aide de substances autres que l'huile d'olive et que l'acide sulfurique ou nitrique.

» J'ai remarqué qu'avec ces composés on obtient plus de promptitude qu'avec les essences, mais encore que les parties lumineuses se solarisent moins ; ce qui donne lieu d'espérer qu'en persévérant dans cette voie, on arrivera bientôt à obtenir des épreuves dans lesquelles la végétation verte pourra être faite sans que le ciel ait pu dépasser son maximum de lumière, car tout le monde sait qu'au delà de ce point, les grands clairs deviennent bleus. Je crois que, pour parvenir à ce but, il est indispensable d'employer un acide.

» On peut ajouter à ces mélanges une petite quantité d'iode qu'on fera dissoudre préalablement dans l'huile avant d'y ajouter les acides. Il faut mettre dans l'huile assez d'iode pour la colorer fortement. »

IV° *Nouveau mode de polissage des plaques adopté par M. Claudet.*

Notre ami M. Claudet, dont les épreuves toujours progressives, excitent de plus en plus l'admiration des connaisseurs, a bien voulu nous communiquer le mode de polissage des plaques auquel il s'est arrêté en dernier lieu, et qui est suivi exclusivement dans le vaste établissement qu'il dirige.

Le principal but de M. Claudet a été d'écarter de la préparation des plaques l'emploi du coton, qui, comme on le sait, laisse toujours une couche limoneuse à la surface de l'argent. Pour arriver à cet important résultat, les plaques sont soumises à trois opérations successives : le douci ou poli préparatoire, le décapage et le brunissage.

Nous décrirons d'abord chacune de ces opérations ainsi qu'elles se pratiquent dans les ateliers de M. Claudet ; nous indiquerons ensuite les modifications que nous avons cru devoir y apporter.

1° *Poli préparatoire des plaques.*

Cette première opération a pour but, soit d'enlever les battitures que le planage a laissées à la surface de l'argent, soit de faire disparaître jusqu'à la dernière trace d'une épreuve qui n'a pas réussi, qu'elle ait été fixée ou non au chlorure d'or.

Le premier poli exige qu'on ait à sa disposition un tour en l'air (1) ; on montera sur les mandrins de ce tour un disque de bois de 12 à 15 millimètres d'épaisseur, et de 20 à 30 centimètres de diamètre, suivant la dimension des plaques qu'on aura à polir. Ce disque sera d'abord recouvert d'une étoffe épaisse de laine ou de coton, et par dessus cette première étoffe on tendra exactement un morceau de velours de coton blanc (2), sans apprêt et sans teinture, et qu'on aura fait bouillir pendant une heure dans de l'eau bien propre, et parfaitement sécher.

On prendra alors la plaque à polir, on y versera quelques gouttes d'huile d'olive, et on y saupoudrera un peu de poudre de ponce ou de tripoli ; on appliquera la surface de l'argent contre le velours du disque, et on la maintiendra dans cette position au moyen d'une planchette de bois garnie d'une couche de caoutchouc, qu'on pourra amollir à l'aide de la chaleur ou de quelques gouttes d'huile essentielle, pour la faire adhérer sur le cuivre de la plaque. On mettra alors le tour en mouvement et on fera parcourir successivement à la plaque toute la superficie du disque de velours, afin que, par l'effet de l'excen-

(1) La dose d'acide sulfurique pourrait être augmentée, car la proportion que j'indique ici n'est que pour faciliter l'emploi de cet acide.

(1) Le tour horizontal employé par les opticiens est également propre à cet usage.

(2) Ces étoffes seront facilement tendues sur le disque de la même manière qu'un bouton l'est sur son moule.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tricité, les traits du poli se trouvent croisés dans tous les sens. On aura soin de ne pas appuyer trop fortement, dans la crainte d'amincir à l'excès la couche d'argent et de rendre le poli trop rude. En très-peu de temps la surface de la plaque sera parfaitement dressée, très-unie et régulièrement doucie.

2° *Décapage des plaques.*

Il s'agit maintenant de débarrasser les plaques de la couche d'huile adhérente à leur superficie, qui ternit leur éclat, et qui présenterait un obstacle à l'action photogénique. On y parvient facilement en les faisant bouillir pendant environ une demi-heure dans une dissolution saturée de sous-carbonate de soude. On les en retire ensuite une à une, on les plonge dans l'eau bouillante, et on les essuie à mesure sur un morceau de calicot très-propre, que l'on maintient tendu sur la cuisse. Les plaques sont alors prêtes à subir le dernier poli dont nous allons nous occuper.

3° *Brunissage des plaques.*

On monte sur le tour en l'air un autre disque garni de velours de coton parfaitement propre; on y saupoudre une très-petite quantité de rouge d'Angleterre, on y applique la surface argentée de la plaque, et en quelques tours elle acquiert un bruni parfait et d'un noir remarquable.

Pour terminer, il ne reste plus qu'à rétablir la direction transversale du poli, qui, comme on le sait, doit être perpendiculaire par rapport à l'image qu'on veut obtenir. On aura à cet effet une polissoire en bois ayant un manche qu'on puisse tenir à la main et rappelant, dans de plus grandes dimensions, la forme d'un cuir à rasoirs. Cette polissoire sera garnie d'une ou deux épaisseurs de drap, et recouverte de velours de coton. On y saupoudrera quelques atomes de rouge d'Angleterre; prenant alors d'une main la polissoire, et maintenant la plaque avec l'extrémité des doigts de l'autre main, on frottera vivement, mais très-légèrement, jusqu'à ce que le poli ait pris la direction voulue.

Le procédé de polissage des plaques indiqué par M. Claudet nous paraît excellent. Nous approuvons surtout ces frottements vifs et répétés exercés sur la plaque, parce que nous les croyons de nature à y développer une sorte d'électricité qui, dans les idées de MM. Möser, Daguerre, et autres personnes, doit favoriser l'action photogénique. Ces frottements ont en outre l'avantage, en échauffant la plaque, de rendre l'iodage plus prompt, plus facile et plus égal.

Toutefois, plusieurs des opérations que nous venons de décrire ne peuvent être convenablement exécutées qu'en grand et dans un atelier. Nous avons donc, pour notre usage, modifié le polissage de M. Claudet, en le combinant autant que possible avec la méthode de MM. Belfied et Foucault.

Ainsi le poli préparatoire a bien lieu sur le tour et au moyen d'un disque en velours, mais nous remplaçons l'huile par l'essence de lavande. Cette modification nous permet de supprimer entièrement la seconde opération de M. Claudet, car nous n'avons plus à dégraisser les plaques, et nous évitons ainsi le désagrément causé par le cambouis mêlé d'huile qui s'attache aux doigts d'une manière persistante. Enfin, dans la troisième opération, nous substituons au rouge d'Angleterre, dont nous avons signalé les effets nuisibles, la ponce ou le tripoli. Ces deux dernières substances, préparées avec le soin que nous avons recommandé, donnent un bruni aussi parfait et plus exempt de matières qui restent adhérentes à la plaque.

CONCLUSION.

De toutes les méthodes de polissage que nous venons de décrire, nous préférons celles où l'on fait usage d'huiles essentielles. Peut-être découvrira-t-on quelque autre substance encore plus parfaite; la photographie est un art essentiellement progressif; le daguerréotype est aujourd'hui entre les mains de plusieurs savants distingués, et des milliers d'amateurs actifs, intelligents, laborieux en font chaque jour leur étude favorite; tant d'efforts réunis et stimulés par la publicité doivent amener nécessairement une foule de perfectionnements utiles. Nous ne saurions donc trop recommander aux personnes qui se livrent à la photographie de se tenir en garde et contre l'obstination d'une routine stationnaire, et contre la mobilité d'un engouement passager. Qu'on ne craigne pas de renoncer franchement à des convictions anciennes, lorsque des innovations d'une utilité évidente viendront les contredire; *que chacun surtout publie sans restriction et sans réticence le résultat de ses essais*, et nous verrons alors la photographie se dégager peu à peu des voiles qui l'environnent encore, et devenir une science

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

positive, conduisant à des résultats certains.

Pour coopérer à cette œuvre autant qu'il est en nous, nous publierons dans un prochain numéro un travail complet sur toutes les substances accélératrices proposées ou adoptées en Photographie.

Nouveau photomètre.

Par M. le professeur Ch. WHEATSTONE.

On manque encore dans les arts d'un instrument propre à mesurer les rapports d'intensité de deux lumières et qui soit indépendant du jugement de l'œil. M. Wheatstone en a récemment construit un, fondé sur la permanence des impressions lumineuses sur le nerf optique, et qui paraît préférable, pour l'exactitude et la commodité de son emploi, à tous ceux qu'on a proposés.

Un petit miroir convexe (tel qu'une boule de verre de 3 millim. de diamètre et étamée à l'intérieur) placé entre deux lumières, réfléchira des images brillantes qui différeront d'éclat suivant leur intensité propre. En plaçant l'instrument à une distance convenable de chacune d'elles, on obtiendrait une estimation grossière de cette intensité. Mais donnez au réflecteur un mouvement de va et vient, ce qui au lieu de deux points produira deux lignes lumineuses parallèles à 2^{mm} 5 d'intervalle environ, puis transportez le miroir en différents points de la droite qui joint les deux lumières, ou changez la distance relative de celles-ci, et vous obtiendrez deux lignes qui seront parfaitement d'égal éclat. Alors la valeur comparative des lumières se déduira du carré des distances. Telle est l'exactitude de cette méthode qu'elle fait aisément apprécier une différence de 25 à 30 millimètres sur 1 mètre.

L'instrument de M. Wheatstone est représenté de demi-grandeur naturelle dans la fig. 2, pl. 53.

ABC est un cercle de laiton fixé au cadre de bois DEF; la circonférence en est dentée à l'intérieur; *abc* est une roue dentée plus petite qui engrène avec l'autre; son diamètre est exactement moitié de celui de la grande. Elle tourne autour d'un centre *d*, fixé au bras *bd*, qui équivaut à son propre rayon et circule lui-même autour du centre *b* du grand cercle à l'aide d'une clef qui agit sur l'autre face de la monture. *f* est un petit grain métallique, brillant, fixé sur la circonférence du petit cercle. Lorsque celui-ci est entraîné par le bras *bd*, il tourne rapidement autour de son centre *d*, et le grain *f* parcourt le diamètre du grand cercle de *f* en B, pendant une demi-révolution et de B en *f* pendant l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Perfectionnements apportés dans la structure des bobines propres à bobiner les fils de coton, chanvre et lin.

Par MM. W.-S. HARRIS et S. HAMEL, bobineurs.

Nous nous sommes proposé d'abord de fabriquer des bobines propres à bobiner les fils de coton, chanvre et lin dont le corps soit plein au lieu d'être creux, comme on l'a fait jusqu'à présent pour recevoir la bobine sur une broche, ensuite de faire aussi des bobines à corps creux, mais d'après un mode de construction particulier ; d'employer à la construction de ces bobines creuses le roseau, le bambou, les plumes d'oie, le verre, la porcelaine, la terre cuite, la corne, le papier mâché, etc.; enfin, de faire connaître la modification nécessaire à apporter au bobinoir pour pouvoir se servir de nos bobines.

Dans la fabrication ordinaire des bobines pour bobiner le fil de coton, de lin ou de chanvre, on a été dans l'usage de les faire creuses au centre afin de les enfiler sur les broches lorsqu'on veut enrouler le fil sur leur surface convexe. Ces bobines à axe creux présentent des inconvénients, attendu que le corps de la bobine a besoin ainsi d'être d'un diamètre beaucoup plus considérable qu'il n'est nécessaire pour sa force, que le percement à l'une des extrémités n'a pas de but et empêche de fermer les deux bouts ou de rendre ceux-ci semblables lorsque cela est nécessaire, et enfin oblige, lorsque les extrémités des bobines à axe creux ont été recouvertes comme ornement de métal ou autre matière, de perforer ce métal par un bout pour le passage de la broche dans le corps creux de la bobine.

La fig. 3, pl. 53, représente une bobine à corps plein et solide et à embases closes.

La fig. 4 est une section de la même bobine.

Cette bobine, comme on le voit, est coiffée comme ornement à chaque extrémité d'un chapeau en métal qui peut présenter des sujets en relief ou en creux, des marques, des emblèmes, ainsi qu'on l'a ci-devant pratiqué ; mais le corps étant solide, il n'y a pas de cavité cylindrique intérieure pour le passage de la broche, et de perforation des embases et des chapeaux. Ces bobines peuvent être faites en bois, en papier mâché, en porcelaine ou autre matière convenable.

Quoique nous préférions en général faire les bobines d'une seule pièce, ainsi que l'indiquent les fig. 3 et 4, cela n'est pas indispensable, attendu que les embases et le corps peuvent former des pièces séparées, qu'on fixe ensemble par des moyens appropriés, ainsi que l'indiquent les fig. 5, 6 et 7.

La bobine fig. 5 est en bois, et les parties en sont assemblées à la colle forte. Quand ces sortes de bobines sont faites en porcelaine, en verre ou autre matière dure semblable, il faut en roder et dépolir les surfaces de contact pour faire adhérer la colle ou les mastics. La bobine fig. 6 a ses embases fixées par un coin ou un pas de vis et peut se faire également en divers matériaux.

La fig. 7 fait voir une autre espèce de bobine où le corps est en bois, et où un coin chassé à chacune de ses extrémités sert à retenir des embases en porcelaine ou en verre, qui s'y trouvent ainsi arrêtées plus fortement et d'une manière plus durable que par la colle et les mastics.

Comme nos bobines sont à corps plein et ont les extrémités closes, on conçoit qu'elles ne peuvent être chargées de coton ou de fil de chanvre et de lin sur les machines en usage pour cet objet, puisqu'elles ne permettent pas qu'on les monte sur une broche. Nous décrirons donc ci-après un perfectionnement dans les bobinoirs, qui rend ces machines propres à bobiner les fils sur nos bobines solides et closes, ainsi que sur les bobines dont le corps est creux mais où les extrémités sont closes.

Nous avons aussi imaginé de construire des bobines à corps creux, en nous servant de roseau, de bambou, de plumes d'oie, de porcelaine, de terre cuite, de verre, de corne, de papier mâché, et où les embases sont en bois ou d'une matière différente du corps. Ces bobines ont aussi les extrémités closes au moyen d'un chapeau peu épais en métal sur lequel on grave ou estampe telle chose qu'on désire.

La fig. 8 indique le mode suivant lequel on ferme, sur un corps en roseau ou en plume, les extrémités au moyen d'un bouchon conique qu'on fixe avec de la colle forte ou du mastic.

La fig. 9 est une autre bobine à corps en roseau ou en plume, dont les extrémités ouvertes et fixées à la colle peuvent à volonté être ou non coiffées d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chapeau quand le consommateur le désire.

La fig. 10 est encore une autre disposition d'une bobine en roseau à corps creux, avec un mode particulier de fixer l'une des embases et les chapeaux.

La fig. 11 est une vue extérieure de nos bobines à extrémités closes et à corps plein ou creux.

Dans quelques cas où nous faisons les corps en verre, porcelaine, terre cuite, et où la colle et les ciments ne conviennent point aussi bien, nous fixons quelquefois nos embases, surtout lorsque nos corps sont creux, par des fils métalliques qui traversent les uns et les autres et les réunissent.

La fig. 12 fait voir les parties séparées d'une bobine, quelle que soit la matière dont le corps est composé, et où les embases sont en bois et en une autre matière que ce corps.

La fig. 13 présente une bobine complète, où les deux embases sont coiffées de leur chapeau.

La fig. 14 est une section de la même bobine, afin de faire voir la manière dont les différentes parties sont combinées par le moyen de fils ou bandes de métal ; *a* est le corps creux, *b*,*b* les embases, *c*,*c* les chapeaux en métal ou autre matière, *d*,*d* deux disques circulaires en métal placés aux deux bouts du corps, *e*,*e* deux bandes de métal qui passent par le corps et par des trous circulaires percés dans les disques *d*, et qui étant rabattues sur ceux-ci sont soudées pour réunir les diverses parties qui constituent une de nos bobines.

Voici maintenant la modification que nous proposons d'apporter aux bobinoirs pour les fils de coton, chanvre et lin quand on se sert de nos bobines closes.

La fig. 15 est le plan de l'appareil.

La fig. 16 une vue en élévation pardevant.

Et la fig. 17 une vue par une extrémité.

Ce bobinoir ne diffère de ceux qui sont actuellement en usage, qu'en ce qu'on y trouve deux mandrins creux pour recevoir les embases de la bobine, au lieu de se servir d'une broche comme on l'a fait jusqu'à présent.

g est un arbre où se trouvait auparavant la broche qui recevait la bobine, mais dans la nouvelle disposition on a placé sur le nez de cet arbre une sorte de manchon ou mandrin creux *h*, dont le fond, c'est-à-dire le cercle sur lequel porte le bout de l'embase, est garni d'un disque de caoutchouc ; *i* est la bobine sur laquelle on enroule le fil, et dont l'autre embase est reçue dans un second mandrin *j* semblable à celui *h* et établi à l'extrémité d'un autre bout d'arbre *k*.

L'arbre *k*, fig. 16 et 18, est monté sur une barre *l*, qui, par l'entremise d'un ressort à boudin, attire et appuie constamment le manchon *j* vers celui *h*, ce qui retient la bobine entre eux. Cette barre *l* marche bien parallèlement à elle-même par l'entremise d'un guide *n* dans lequel glisse l'œil d'un bras vertical *m* qui fait corps avec la barre. Les manchons ou mandrins peuvent être éloignés l'un de l'autre par le levier *o*, ainsi qu'il est facile de le voir à l'inspection des figures, qui suffiront pour faire comprendre quelques autres détails de construction dont nous ne faisons pas ici mention.

Perfectionnement dans les machines à préparer le coton.

Par M. S. Kirk, filateur.

Dans la plupart des machines à préparer le coton ou les autres matières textiles, avant de les soumettre aux appareils qui servent à la filature, on est dans l'usage de recevoir le ruban dans des pots ou autres réceptacles tournants, ou sur des bobines qui non-seulement lui impriment un léger degré de tors nuisible à son travail ultérieur, mais dont il faut, à cause du volume qu'occupe alors ce ruban, avoir un très-grand assortiment, pour peu qu'il y ait un peu d'activité dans une manufacture.

Je me suis en conséquence appliqué à faire disparaître ce désavantage, et pour cela j'ai inventé un mécanisme ou appareil qu'on applique dans les préparations du coton, et qui consiste en une disposition propre à comprimer la nappe ou le ruban que produit la carde et les autres machines à préparer dans des pots de forme convenable, et rouler cette nappe ou le ruban de manière à ce qu'il en tienne une bien plus grande quantité ou un poids plus considérable que par la méthode adoptée jusqu'à présent, et par conséquent non-seulement à diminuer le nombre des pots ou des bobines, c'est-à-dire des pièces du matériel, mais, de plus, à produire un ruban plus égal, à rendre moindre le nombre des bras employés au service des machines, et enfin à simplifier tout le travail de la préparation que les matières textiles doivent subir avant d'être soumises au filage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a bien essayé dans quelques fabriques à presser le ruban légèrement dans les petits pots ordinaires ou autres vases ou réceptacles propres à recevoir ce ruban ou plutôt cette nappe telle qu'elle est produite par les machines à carder ou autres ; mais on ne l'a fait jusqu'ici que comme essai et dans l'occasion, tandis que j'ai l'espoir d'en faire un système général d'une application usuelle.

Pour cela j'emploie des pots d'un plus grand diamètre, et je comprime la nappe ou le ruban pour en former un corps ferme et compacte, ou mieux pour en faire une masse ou fusée enroulée aussi serrée que peut le permettre la contexture du ruban. Ces rubans enroulés peuvent ensuite être doublés en tel nombre qu'on désire, puis être comprimés de même en sortant des laminoirs, des étireurs, des machines à boudiner, des bancs à broches, etc., et être ainsi portés aux métiers en fin et aux mulljennies sans se servir de bobines.

Pour entrer ici dans la description complète des machines à préparer le coton, je dirai de suite par quelles dispositions mécaniques je suis parvenu au but que je me proposais. Je pense que tout filateur praticien me comprendra très-bien sans le secours d'aucune figure.

Supposons qu'il s'agisse d'une carde ; le ruban, après avoir été enlevé par le peigne, retourne sur le petit tambour, se rend par un entonnoir entre des cylindres de pression au nombre de trois couples, puis passe par un tube qui le conduit obliquement à une paire de rouleaux délivreurs placés supérieurement, lesquels le laissent tomber verticalement et peu à peu dans les pots destinés à le recevoir.

Le pot est, à proprement parler, un tuyau de $0^m,30$ à $0^m,32$ de diamètre et de $1^m,20$ de hauteur, ouvert à chacune de ses extrémités, placé dans un petit bâti composé de plusieurs montants et reposant sur une plaque que supportent des traverses. Ce pot tourne avec lenteur, ainsi qu'il sera expliqué ci-après, afin d'enrouler le ruban, et après avoir tourné pendant un certain nombre de révolutions pour opérer cet enroulement, il remonte pour comprimer le ruban qui s'y est accumulé entre la plaque de fond et un bloc de pression suspendu dans le pot, de façon que le ruban allant au devant du bloc, il n'y a nul danger d'étirer celui-là, chose à laquelle on serait exposé dans ce mode de travail sans cette disposition.

Voici comment opère l'appareil perfectionné :

Supposons que le pot étant au plus bas de sa course, on mette en mouvement l'arbre du gros cylindre de la carde, et que le ruban sortant de la carde ait passé dans les rouleaux délivreurs supérieurs ; de là il descend en traversant une mortaise qui perce de part en part le bloc compresseur dans le pot, où un système d'engrenages droits, de roues d'angle et d'arbres qui empruntent leur mouvement à l'arbre du gros cylindre fait tourner le pot lentement sur son axe, en disposant la quantité de ruban qui vient d'être délivrée circulairement dans le pot immédiatement au-dessous de la partie solide du bloc. Un autre système de transmission de mouvement, qui agit sur une crémaillère, élève alors la plaque qui sert de fond au pot en soulevant celui-ci, de manière que le ruban enroulé se trouve légèrement comprimé entre cette plaque et le bloc. Des encliquetages et pièces diverses permettent bientôt au pot de redescendre par son propre poids et de recommencer à tourner pour enrouler une nouvelle portion de coton.

A mesure que ce coton s'accumule dans le pot et soulève le bloc plus haut, une petite crémaillère retient celui-ci à la hauteur où il a été porté et l'empêche de redescendre en le portant ainsi de plus haut en plus haut. Une manivelle et un engrenage servent à élever et abaisser le bloc à la main quand cela est nécessaire.

Comme la révolution du pot communique au ruban un léger degré de tors, et qu'il faut autant que possible éviter cet effet, on fera bien d'appliquer à l'appareil un mécanisme à renversement de mouvement qui fera tourner le pot tantôt dans une direction et tantôt dans une autre, par exemple trois tours dans un sens et trois tours dans l'autre, ce qui maintiendra le ruban dans un état uni, sans fibres contournées et sans tors dans toute son étendue.

Je ne décrirai pas cet appareil de renversement de mouvement, parce qu'il n'est pas de mécanicien qui ne soit en état de l'établir sans qu'on ait besoin d'en présenter une description particulière.

Lorsque le pot est rempli de ruban comprimé, on le relève entièrement et l'on a une fusée ou pelotte de fil de coton enroulé sur la plaque de fond et qu'on enlève de la machine. On peut, si l'on veut, au lieu des montants extérieurs qui servent de guides au pot, fixer une broche sur le centre de la pla-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que de fond et monter ainsi sa fusée sur cette broche, qui soutiendra celle-ci quand on aura enlevé le pot.

On conçoit aisément comment on appliquerait ce système aux autres machines à préparer le coton, telles que les laminoirs, les têtes d'étirage, les boudinoirs, etc., toutes les fois qu'on aimera mieux avoir les rubans roulés en fusées, ainsi qu'il a été dit, que de les mettre sur des bobines comme on le pratique généralement.

Machine à apprêter et catir les étoffes de laine

Par M. Th. Mitchell, apprêteur.

Il y a deux choses principales à considérer dans les procédés que j'ai inventés et mis en pratique, savoir :

1° Une machine à enrouler les étoffes et tissus en laine qui ont besoin de l'application de la chaleur pour les apprêter et les catir ;

2° Un appareil pour appliquer la vapeur à ces sortes d'étoffes ou de tissus, afin d'obtenir plus promptement et plus efficacement l'apprêt et le catissage.

Commençons par la description de la première machine.

La fig. 19, pl. 53, présente une coupe transverse de ma machine à enrouler les étoffes ou tissus de laine.

La fig. 20 est une vue de face de cette même machine.

La machine représentée est disposée de telle manière, que l'étoffe ou le tissu, pendant la marche qu'il suit pour s'enrouler sur le cylindre où on doit lui appliquer l'apprêt ou le catissage, passe sur un ou deux cylindres chauffés.

a, *a* est le bâti de cette machine, *b* le cylindre creux sur lequel on enroule l'étoffe, et à l'extrémité duquel il existe des trous carrés par lesquels passe une barre *c*. Une des extrémités de cette barre entre dans une emboîture carrée *d*, l'autre, formant tourillon, appuie sur un coussinet et porte une roue dentée *e*, qui reçoit le mouvement d'une autre roue montée sur l'arbre *g*. Sur cet arbre *g*, il y a une seconde roue dentée *h*, qui est commandée par une quatrième roue *i*, calée sur l'arbre principal *k*, lequel arbre est mis en mouvement par une courroie agissant sur la poulie *l*. Sur cet arbre *k*, on a aussi établi une autre roue *m*, qui conduit la roue *n* de l'axe du rouleau *o*, qui porte 4 brosses au moyen desquelles on couche le poil de l'étoffe, tandis qu'elle s'avance vers le rouleau *b*.

L'étoffe, pendant qu'elle est en marche pour se rendre sur ce rouleau *b*, est soumise à l'action de deux cylindres de vapeur ou chauffés *p*, *p*, sur et contre lesquels les rouleaux guides *q*, *q* la conduisent, l'enroulent et la serrent. Dans le cas où celle-ci n'aurait besoin d'être catie ou lustrée que par un seul cylindre chauffeur, alors, au lieu de la faire passer contre le cylindre chauffeur inférieur *p*, on la conduirait sur un troisième rouleau vide *q'*.

Dans quelques circonstances, il est nécessaire que l'étoffe soit déroulée de dessus le cylindre *b* pour passer sur un cylindre semblable, de manière à produire un enroulement plus serré. Dans ce cas, le cylindre *b* est introduit par l'extrémité carrée de son arbre dans l'emboîture *r*, et son tourillon rond dans le coussinet *s*, et l'on place en *b* un second cylindre sur lequel on enroule alors l'étoffe, en commençant par l'extrémité enroulée la dernière sur l'autre cylindre et en serrant davantage, ce qui s'opère par le secours d'un frein *t* qui agit sur un collier cylindrique *v* établi sur l'emboîture *r*.

Je vais maintenant décrire la seconde partie de mon invention, c'est-à-dire celle relative à l'appareil pour appliquer la vapeur aux étoffes et aux tissus de laine après qu'ils ont été enroulés.

On a été dans l'usage jusqu'à présent d'appliquer l'eau chaude, et dans quelques cas la vapeur, pour donner le lustre et le catissage aux étoffes et aux tissus en laine. Le but de cette partie de mon invention est de disposer les appareils de manière à ce que la vapeur puisse être appliquée avec pression aux étoffes enroulées et placées dans un appareil convenable où l'on puisse faire le vide. Le trait caractéristique de ce genre de travail consiste donc à employer la vapeur au-dessus de la pression atmosphérique pour faire le vide dans l'appareil.

La fig. 21 est l'appareil vu en coupe verticale.

La fig. 22 le même appareil, vu en coupe horizontale.

La fig. 23, l'élévation extérieure.

L'appareil représenté convient pour appliquer la vapeur aux étoffes ou tissus en laine, que ceux-ci y soient introduits à l'état sec ou bien à l'état humide, au lieu de les plonger dans l'eau chaude, ainsi qu'on l'a fait jusqu'à présent. En outre, le cylindre étant creux, on peut faire arriver cette même vapeur dans son intérieur.

b est le cylindre creux, à l'extrémité supérieure duquel est un bouchon qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enlève lorsqu'on veut introduire la vapeur dans son intérieur, et qu'on remet en place aussitôt que l'air en a été expulsé. Dans cet état, on pose par-dessus le couvercle *f*, après avoir eu soin d'abaisser un anneau *x x*, qui sert à maintenir le cylindre dans sa position verticale; et enfin une vis *i*, qui traverse une barre à levier *g*, que retient un crochet *h*, sert à comprimer le couvercle et à rendre l'appareil imperméable à l'air et à la vapeur.

Quand tout est en état, on fait arriver de la vapeur dans les capacités *j*, pour en chasser l'air par le robinet *k*, qu'on referme aussitôt. Si le tissu a été introduit à l'état humide, on cesse de faire arriver la vapeur dans la capacité *j* aussitôt que l'air en a été expulsé, on ferme le robinet *l*, et on ouvre celui *m*, de façon que la capacite extérieure qui forme l'enveloppe de l'appareil se remplisse de vapeur en chassant l'eau par le robinet *n*, qu'on a tourné à cet effet, et on maintient l'appareil en cet état pendant 10 à 15 minutes, chaque produit fabriqué exigeant une légère différence de temps qu'un peu de pratique apprend à déterminer.

Si l'étoffe ou le tissu roulés ont été introduits à l'état sec, alors on continue encore à donner la vapeur dans la capacité intérieure, pendant autant de temps que ci-dessus; mais alors la capacité extérieure devient sans usage.

La vapeur que j'emploie ordinairement supporte environ 1 kil. 45 par centimètre carré dans la chaudière; mais on peut ne pas se fixer à cette pression, puisqu'il suffit d'employer de la vapeur propre simplement à chasser l'air de l'appareil et à y produire le vide.

Lorsqu'on opère sur des objets d'estame, on emploie de même le cylindre *b*, mais dans ce cas, on le perfore de petits trous, ainsi qu'on l'a pratiqué quelquefois dans l'apprêt de ces sortes de produits en laine.

Rapport sur la fabrique des cuivres estampés de M. Fugère.

Par M. Amédée Durand.

(*Extrait du Bulletin de la Société d'encouragement, sept.* 1843; *p.* 428.)

Il y a treize ans que les premiers travaux d'estampage de M. Fugère ont été présentés à la Société d'encouragement et récompensés de l'une de ses médailles, sur le rapport du Comité des arts mécaniques. Il y a quatre ans que le Comité des arts économiques, chargé d'examiner les produits nouveaux et de les apprécier sous le point de vue de leur application à la décoration architecturale, domestique et mobilière, fit un rapport entièrement favorable. C'est sous la recommandation de ces précédents que M. Fugère se représente devant la Société, en rappelant le témoignage rendu à ses succès en 1830, et tenant à justifier par la preuve la réalisation des espérances consignées dans ce rapport.

On y lisait en effet : « Cette entreprise présente le caractère d'une industrie nouvelle, illimitée dans ses ressources et susceptible d'une extension immense. » C'est d'après l'ordre d'idées présenté par ces mots que nous tâcherons de rendre compte des produits qui ont été soumis à votre examen.

L'art de l'estampage, porté au degré de puissance qu'attestent les grandes dimensions et les effets vigoureux des objets qu'il fabrique, est sans nul doute une industrie nouvelle; mais pour qu'elle ait un mérite assuré et établisse ses droits aux premières récompenses de la Société, il faut qu'elle réponde à des besoins réels et étendus, et de plus qu'elle n'ait pas à craindre que des industries similaires à différents degrés puissent satisfaire les besoins à des conditions plus avantageuses; il faut enfin qu'elle soit une industrie à part, ayant ses caractères propres. Tel est l'objet de l'examen dans lequel nous allons entrer.

En première ligne se présente l'industrie ou l'art de fabriquer des bronzes. Comparé commercialement à l'estampage, cet art ne peut être l'objet que d'une mention, car la quantité de matière qu'il emploie, la consommation inévitable de temps dans ses procédés, surtout pour produire à grand nombre, lui interdisent seules toute concurrence, sans que son caractère élevé de supériorité artistique pût toutefois en recevoir aucune atteinte. Un art nouveau encore, la galvanoplastie, dont les résultats ont, par leur merveilleuse et irréprochable exactitude, satisfait entièrement chez les artistes à des désirs qu'on devait croire à jamais impossibles à réaliser, ne pourra évidemment, en aucun temps, envahir le terrain qu'occupe aujourd'hui l'estampage. Le temps qui lui est nécessaire, la quantité ainsi que le haut prix des matériaux qu'elle emploie, le lui ferment à toujours. La fonte de fer, par son prix comparativement élevé et son poids inévitable, ne pourra jamais, malgré sa supériorité incontestable sous quelques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapports particuliers, faire une concurrence fatale à l'estampage.

Ainsi donc, celui-ci est certain de voir ses produits employés préférablement à tous les autres là où il faudra, avec le moins de temps, d'argent et de poids, produire ces ornements à surfaces métalliques et achevées qui se prêtent si bien à l'application de la peinture et de la dorure ; cette industrie a donc une existence assurée.

Nous passerons maintenant à l'examen de ses procédés.

Dès 1830, l'art de l'estampage se présentait comme un art illimité dans ses ressources ; quelques mots sur les procédés qu'il a conquis justifieront cette assertion.

Tout le monde sait que, pour transformer en un objet donné de sculpture une feuille plane de cuivre, on profite de sa malléabilité pour obtenir ce résultat. La malléabilité est la propriété que possède le métal de se tendre et de se raccourcir ; mais ces deux effets, même avec l'auxiliaire des recuits, ne peuvent s'obtenir que dans des conditions de progression dont on ne peut franchir les limites sans s'exposer à voir le métal se déchirer dans quelques parties, et dans d'autres se plisser, comme le fait un papier à filtre placé dans un entonnoir. Pour maîtriser ces deux effets, la pensée concevrait l'idée d'un moule dont les formes se prononceraient progressivement et proportionnellement, et arriveraient ainsi à ces beaux reliefs de sculpture à fortes saillies que nous avons sous les yeux ; mais un tel moule ne saurait être réalisé dans l'état actuel de notre industrie, et c'est à des équivalents que l'estampage a été obligé d'avoir recours. Voici en quoi consistent ceux-ci.

Un moule de fer est placé sur le tas du mouton ; on sait que le poinçon qui entre dans ce moule est un morceau de plomb qu'on y a coulé ; rien n'est plus simple que d'atténuer avec un outil les saillies de ce poinçon qui sont trop fortes pour qu'elles ne déchirent pas la feuille de cuivre, mais, d'un autre côté, les creux du moule correspondant à ces saillies n'offrant plus au glissement sur elles-mêmes des molécules du plomb qui forme le poinçon une résistance suffisante, la feuille de cuivre se trouverait sollicitée à prendre de l'extension dans des proportions qui dépasseraient ses limites de malléabilité. Pour obvier à cet inconvénient, on a encore recours au plomb, et on en verse en fusion dans les creux du moule dont on redoute la trop grande profondeur pour le commencement de l'opération. On voit dès lors que progressivement les creux du moule arriveront à présenter à la feuille en estampage toute la profondeur par la substitution de nouveaux morceaux de plomb graduellement moins épais, et finalement par leur suppression.

Les moyens qui viennent d'être indiqués, et qui sont fondamentaux dans cette industrie, ne sont pas les seuls employés, et sans parler encore de celui de tous qui mérite au plus haut degré d'être signalé, en raison de son importance et de sa nouveauté, nous dirons qu'un auxiliaire est fourni au plomb par le cuivre lui-même qu'il est destiné à façonner.

Ces combinaisons de plomb coulé atténué dans sa forme et frappé au mouton ne satisferaient pas à la condition essentielle d'une fabrication industrielle, la célérité. Il a fallu recourir à un moyen plus économique de rendre la résistance du cuivre décroissante, à mesure que deviennent plus petits les détails des surfaces non encore façonnées. Pour cela, on commence par placer sous le mouton plusieurs pièces superposées, puis on en diminue le nombre ; puis encore, on a recours à un autre moyen pour augmenter partiellement la résistance du métal dans les places où les ruptures sont le plus à craindre ; il réside dans la superposition momentanée de quelques morceaux de feuilles de cuivre. Ces doublures, qui n'ont quelquefois que des dimensions très restreintes, ont reçu le nom de chemises ; elles ont en effet pour effet d'opposer une résistance efficace à ces déchirures, et de former une transition indispensable pour obtenir certains détails de relief auxquels le métal se refuserait de prime-abord.

Ce que nous avons dit des effets obtenus dans l'industrie de l'estampage, de la plasticité du plomb, serait incomplet si nous ne parlions pas de l'application fort remarquable qu'on en a faite pour assembler le poinçon de plomb avec le mouton qui est en fonte de fer, et l'y fixer de la manière la plus solide. Ici point de vis de pression, ni de clef, ni aucun de ces moyens qu'on emploie avec les matières résistantes ; le plomb s'y refuse, et ce n'est pas trop de le saisir par toute l'étendue de surface que les besoins du travail laissent disponible. Voici ce qui a lieu : le mouton qui, comme nous venons de le dire, est en fonte de fer, a sa partie inférieure terminée par une surface plane ; cette surface reçoit, au moyen du tour, des rainures circulaires concentriques plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

larges au fond qu'à l'entrée, et présentant ainsi la partie creuse de l'assemblage dit en queue-d'aronde. Pour compléter cet assemblage, il suffit de laisser tomber le mouton sur le plomb coulé dans le moule et refroidi pour que, par la plasticité de ce métal, la seconde moitié de l'assemblage soit produite, et que les languettes circulaires en queue-d'aronde viennent se mouler dans les rainures indiquées précédemment. Si un seul coup de mouton suffit à produire cet assemblage, on conçoit que tous ceux qui lui succèdent ne font que le consolider.

Tout ce que nous venons de dire se rapporte aux principes fondamentaux de l'industrie de l'estampage, et ne dépasse pas ce que peut produire une seule matrice, si etendue qu'elle soit; cependant, on obtient aujourd'hui des bandes d'ornements d'une longueur indéfinie et de formes variées dans leur étendue. Il s'agissait de résoudre ce problème, savoir que lorsqu'une partie du cuivre s'estampait, celle qui devait à son tour venir recevoir sa forme dans la même matrice, ou une tout autre différente, reçût en même temps une ébauche qui lui ménageât un rapport, un lien avec celle qui s'incrustait. C'est par un système d'enchevêtrures assez délicates à régler entre les ornements et les matrices, qu'on parvient à obtenir ces bas-reliefs, ces longues frises qui ne présentent de solution de continuité, ni dans le métal, ni dans sa forme. Ces enchevêtrures n'ont pas lieu seulement sur la longueur de la pièce estampée, elles sont quelquefois nécessaires dans sa largeur, et c'est pour les obtenir que M. Fugère a imaginé de dévier les barres de ses moutons en les soudant à leurs bases, afin de donner à la matière la latitude necessaire pour se déplacer, suivant le travers des pièces qu'il exécute.

Cet aperçu peut donner une idée du système que suit l'estampage, mais ne peut nullement mettre sur la voie du moyen éminemment remarquable de l'expédient tout à fait imprevu qui est employé dans cette industrie pour donner à ses produits une netteté qui peut arriver jusqu'à présenter l'aspect que donne aux médailles l'action du balancier. L'expérience avait prouvé que, quel que fût le poids des moutons, quelque repétes que fussent leurs coups, la feuille de cuivre, poussée dans les détails de la matrice par le poinçon en plomb, ne pouvait en reproduire toute la finesse et la fermeté. Il s'agissait donc de découvrir une matière propre à fabriquer un poinçon qu'on retrouvât toujours le même, à tel nombre que pussent s'élever les coups de mouton, et quelque variées que fussent les formes qu'il aurait à produire. C'est ici le lieu de signaler particulièrement cette puissance infinie que révèlent si fréquemment les explorations industrielles, et qui réside dans l'observation des phénomènes de la nature, que certains hommes savent faire avec une sagacité si profonde, et qui non-seulement leur tient lieu de science, mais souvent précède les découvertes de celle-ci. Nous regrettons vivement que nos recherches n'aient pu nous permettre de connaître celui qui le premier, voyant le poinçon de plomb en quelque sorte las et manquant du dernier degré de ductilité necessaire pour imprimer la feuille de cuivre dans les détails les plus délicats de la matrice, eut l'idée de construire une espèce de poinçon d'eau dont la fluidité complétât ce qu'il demandait vainement à la plasticité du plomb. En effet, et cela est devenu un procédé usuel, de verser un peu d'eau sur la feuille de cuivre à bout d'estampage par le plomb, pour qu'aussitôt cette eau, comprimée par le poinçon qui la frappe, pousse le cuivre dans les détails les plus délicats de la matrice, et lui donne presque entièrement l'aspect qu'on ne croyait pouvoir attendre que du balancier.

L'application de moyens aussi efficaces, secondée de toute l'intelligence industrielle et de tout cet enthousiasme qui animent les travaux de M. Fugère, a eu les résultats les plus frappants. Toujours placé à la tête de cette industrie, il en a élevé les produits jusqu'à la hauteur des ornements de ronde-bosse de l'architecture monumentale; c'est ainsi que le théâtre italien offre dans la construction de sa première galerie une rampe composée de consoles que, malgré leur grande dimension et le relief de leurs formes, l'estampage a pu produire; d'autres salles de la capitale lui doivent des parties importantes de leur décoration. Là ne se sont pas bornés les succès de M. Fugère, et Lisbonne est venue puiser à la même source l'ornementation d'un nouveau théâtre où elle fait reproduire la rampe de notre salle des Italiens.

La decoration sevère de nos temples a admis les produits de cet habile industriel, et sous la direction de M. Debret de l'Institut, la cathédrale de Saint-Denis lui en a fourni d'heureuses applications. Quant aux objets consacrés au culte, et dans lesquels la légèreté et l'absence de grande valeur intrinsèque, unies à une grande pompe de formes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont des conditions très-importantes, l'estampage, tel qu'il vient d'être décrit, est d'une utilité du premier ordre ; aussi la fabrication s'en développe-t-elle avec une grande rapidité.

Machines-outils employés dans quelques grands ateliers en Angleterre.

(Suite.)

Machine à raboter et planer, des ateliers de MM. J. Whitworth et compagnie, ingénieurs-constructeurs, à Manchester.

Les fig. 1, 2 et 3, pl. T. 8, représentent la machine a roboter et planer de MM. Whitworth en élevation laterale, en élévation vue de face, partie en coupe et enfin en plan : elle se distingue particulièrement par le mode adopté pour faire mouvoir la table dans les deux sens en renversant le mouvement de l'outil.

A,A, plate-forme ou table portant des nervures très-robustes sur la face inférieure, ainsi que des rainures longitudinales dans son épaisseur pour fixer les pièces qu'il s'agit de travailler. Cette plate-forme se meut sur le châssis B,B, dans des rainures angulaires C,C pourvues d'un appareil mecanique de graissage, et on l'y fait circuler au moyen d'une grosse vis en fer forgé D, qui tourne dessous sur deux appuis E,E placés près des deux bouts du châssis ; cette vis butte et est retenue dans deux colliers en acier trempé F,G placés à l'une des extrémités de ce même châssis où se trouve aussi un engrenage moteur. Une roue dentée conique H (*fig.* 3), calée sur le bout de cette vis, est mise alternativement en mouvement dans un sens ou dans un autre par deux pignons d'angle I,K, dont l'un calé sur le manchon N est commandé par la poulie L, et l'autre, monté comme à l'ordinaire sur l'arbre O, est mis en action par la poulie adjacente M. La courroie motrice passe de la poulie L sur la poulie M par l'entremise d'un mouvement de sonnette et d'un guide P,P, que font agir deux tenons Q,Q (*fig.* 1) portés sur une barre horizontale R,R qui s'étend sur toute la longueur de la machine, et glisse dans ses supports S,S sur le châssis B. Un taquet T, fixé sur la plate-forme et à cheval sur la barre R, *fig.* 2, vient butter contre les tiges V,V qui sont mobiles sur cette barre, mais qu'on peut fixer en un point quelconque par une vis de pression, et donne à la barre le mouvement alternatif nécessaire pour manœuvrer le levier coudé ou le mouvement de sonnette P, et par conséquent pour faire passer la courroie de la poulie L sur la poulie M, et enfin faire tourner alternativement la vis D dans deux directions contraires.

Ce mouvement alternatif de la vis est communiqué à la plate-forme A par un couple de galets antifrotteurs W,W. Cette application de galets antifrotteurs qu'on fait agir par le moyen d'une vis pour obtenir un mouvement rectiligne, a été introduite pour la première fois par M. Whitworth, pour faire mouvoir le chariot d'un mull-jenny à renvidage, mécanique de son invention, pour lequel il a pris une patente en l'année 1835. Dans la machine à raboter, les galets sont placés parallèlement l'un à l'autre sur les deux côtés opposés de la vis. Leurs axes reposent sur des coussinets enchâssés dans des cadres X,X placés sous le milieu de la plate-forme et venus de fonte avec elle. Le bord de leur périphérie, qui est en saillie sur leur face, s'avance dans l'intérieur du pas de la vis D en touchant le rempant de son filet carré ; chacun d'eux a ainsi avec elle deux points opposés en contact qui agissent alternativement. La vis, en tournant dans l'un ou dans l'autre sens, vient appuyer ce rempant sur l'un ou l'autre de ces points des galets, force ceux-ci à tourner et par conséquent à entraîner la plate-forme A,A dans leur mouvement.

Le frottement est ainsi transféré de la vis aux axes des galets, où la vitesse se trouve réduite dans le rapport de la périphérie d'un galet à la circonférence de son axe.

Le rapport ordinairement adopté par ces pièces est à peu près celui de 7 à 1. Le rempant de la vis et les périphéries des galets sont légèrement taillés en biseau pour éviter le frottement qui aurait lieu entre ces parties par suite de la différence des vitesses de circulation dans la portion du filet placée à des distances différentes du centre ; les axes des galets sont trempes et ils roulent dans des coussinets egalement trempes d'une grande longueur. On peut à volonte les graisser sans enlever la plate-forme, attendu qu'on a percé dans les cadres qui les portent des trous dans lesquels on insère de petites vis pour éviter que les malpropretés ou le cambouis ne s'y introduisent.

L'idee de tremper les parties exposées à des frottements, et de les graisser avec facilité, ainsi que celle de les mettre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

complétement à l'abri des malpropretés, sont extrêmement importantes et donnent une supériorité décidée aux galets quand on les compare à un écrou ordinaire. Ils permettent de plus d'introduire des appuis pour soulager la vis quand cela devient nécessaire par la longueur de la machine, appuis qui consistent en général en de longues gouttières montées sur des socles fixés sur des entretoises Y du châssis B.

On peut avoir facilement accès aux galets par une ouverture Z ménagée au centre de la plate-forme et recouverte par une plaque qu'on enlève à volonté. Lorsqu'il s'agit de mettre en place un des galets W, on le tient à la main pendant qu'on fait glisser son axe à travers son coussinet X dans l'œil destiné à le recevoir, et où on le fixe par une goupille ou une clef. Tout ce qui concerne ensuite les petits mouvements variés pour l'ajuster dans la position la plus convenable s'opère au moyen de vis calantes qui tournent dans ses appuis.

L'emploi de la vis en remplacement d'une chaîne ou d'une crémaillère pour faire marcher la plate-forme, présente plusieurs avantages.

En premier lieu, le mouvement qu'on obtient est parfaitement uniforme, condition essentielle pour que l'outil fonctionne convenablement. En effet, toute irrégularité à cet égard amène une pression sur l'outil, non-seulement plus considérable qu'il n'est nécessaire, mais encore d'une autre nature comparativement à celle qui occasionne un mouvement ferme et régulier ; cette pression anormale doit donc nécessairement affecter tant la qualite que la quantité du travail exécuté. Si le mouvement est irrégulier, dès lors la machine ne peut plus être mise en action avec la vitesse convenable, et l'outil ne fonctionne plus d'une manière uniforme sur la surface à planer et à raboter.

En second lieu, en adoptant la vis, la construction des parties du mécanisme moteur se trouve simplifiée. Les avantages sous ce rapport sont particulièrement sensibles dans les grandes machines ; en effet, l'appareil qui vient d'être décrit suffit complétement pour une machine de dimension quelconque, et celle qui a été représentée dans les fig. 1. 2 et 3, a 3 mètres de largeur sur 10 mètres de longueur. Les engrenages qu'on introduit ordinairement pour accroître la force en diminuant la vitesse, sont remplacés par la combinaison de ces mêmes organes dans la vis elle-même. Ainsi, en supposant que le pas soit de 36 millimètres, et le diamètre de 72, la force de la vis seule sera centuplée. La plate-forme avancera de 36 millim. par chaque tour de vis, tandis que les galets parcourront une longueur de 225 millim. sur le filet.

Enfin, on économise la force motrice dans le rapport du nombre des roues d'engrenage dont on se dispense. Non-seulement, la masse des pièces à mettre en mouvement devient moindre, mais le frottement provenant d'un grand nombre de dents d'engrenage qui seraient en prise ainsi que celui qui aurait lieu sur les appuis de leurs axes se trouvent diminués proportionnellement.

L'appareil pour renverser le mouvement du burin consiste en un porte-outil Z qu'on voit au pointillé (fig. 1), et qui tourne dans un manchon conique 2 établi sur le coulisseau 3 (fig. 2 et 3). A la partie supérieure de ce porte-outil est une poulie ou esquisve 4 qu'on y a fixée par une goupille à vis 5. Une corde ou courroie sans fin 6,6. qui fait deux tours sur cette poulie, produit ce renversement du mouvement, et les poulies de renvoi 7,7 attachées au coulisseau du mouvement horizontal et vertical donnent la direction convenable à la courroie suivant les positions variables de ces coulisseaux tout en la maintenant sur la périphérie de la poulie 4 du porte-outil.

Ce renversement du mouvement s'opère donc mécaniquement quel que soit l'angle sous lequel on incline le porte-outil au moyen des coulisses 9,9 et des vis de pression 10,10. On donne la tension convenable à cette courroie par le moyen d'un levier à bascule 11 placé à la partie supérieure des montants ou pilastres du bâti et qui porte sur le bras opposé à celui où on le fait manœuvrer une poulie 12 sur laquelle passe la courroie sans fin 6,6, et de l'autre côté un cliquet qui pénètre dans les dents d'une roue à rochet 12 établie sur l'axe du mouvement du levier. Le mouvement est imprimé à cette courroie par une poulie à gorge 14, placée sur l'un des flancs de la machine qui reçoit un mouvement alternatif de la plate-forme. Une crémaillère taillée sur la barre horizontale R engrène dans un pignon 15 calé sur l'axe du levier a poids 16 : ce levier, au moyen d'une touche qui porte une douille enfilée sur son axe, peut agir sur une came 17 établie sur l'arbre de la poulie 14.

Le mouvement imprimé à la barre R sur la plate-forme, ainsi qu'il a été dit précédemment, sert non-seulement à remonter la courroie de l'une des poulies

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

motrices L sur celles M du renversement, mais encore en faisant agir le levier 16 sur la came 17, à donner un mouvement en sens inverse ou alternatif à la poulie 14 et faire exécuter ainsi au porte-outil une demi-révolution pour amener l'outil dans une position inverse.

Afin de déterminer la position précise de ce porte-outil dans ce renversement du mouvement, il y a un buttoir sur le coulisseau du mouvement vertical contre lequel vient appuyer un tenon placé sur la poulie 4. Ce même buttoir sert à maintenir le burin sur la pièce qu'on rabote pendant le travail. Afin de retenir fermement ce tenon contre le buttoir, après que le renversement s'est effectué, le levier à poids 16, fig. 1, porte deux pièces convexes qui s'adaptent dans deux cavités de même rayon creusées sur le corps de la came 17. Tant que les surfaces courbes correspondantes sont en coïncidence et en contact, la poulie 14 se trouve assujettie dans une position fixe, et le tenon de la poulie 4 est appuyé fermement contre le buttoir.

La machine représentée dans les figures possède deux équipages de porte-outil, avec leur appareil pour le renversement du mouvement et un burin chacun; chacun de ces équipages, placé du même côté de la machine, est mis en action par la même courroie, et l'outil est retourné au même instant. La machine donne donc deux traits à chaque course, soit en allant soit en revenant. Les deux équipages se meuvent sur un châssis transverse par le moyen de deux vis distinctes qu'on peut faire agir simultanément ou indépendamment l'une de l'autre. Une poulie 18 embrassée par la courroie du renversement du mouvement fait marcher une roue à rochet 19 montée sur la tête de la vis supérieure au moyen d'un levier et d'un déclic 20 comme à l'ordinaire. Une autre roue 20, également à rochet, et montée sur la tête de la vis inférieure, est mise de même en action par le cliquet d'un second levier 22, uni au premier par une bielle de communication.

Pour produire le mouvement descendant du burin, une touche 23, qu'on voit encore sur la poulie 4 du porte-outil, embrasse fortement une petite tige verticale 24, qui joue librement dans une rainure découpée dans un levier 25 monté sur une douille établie sur la tête de la vis du coulisseau vertical 3. Un cliquet qui fait partie de ce levier entre dans les dents d'une roue à rochet 26 que porte la vis et donne le mouvement descendant qui s'opère ainsi mécaniquement sous tous les angles.

Ce même levier porte une goupille 27 qui fait mouvoir une pince ou frein, lequel embrasse le carré de la vis 28 pour relever l'outil, lorsqu'on ne fait pas usage du renversement du mouvement, comme pour raboter jusqu'à un point en saillie ou en relief, etc. Dans ce cas, la broche 5, qui, comme on l'a déjà dit, sert à fixer la poulie 4 sur le porte-outil, est enlevée, et ce porte-outil est maintenu sur son support par une clef 29 qui les traverse tous deux. Le mouvement communiqué à la poulie 4 par la courroie, comme il a été dit précédemment, au lieu de retourner l'outil, le relève simplement en agissant sur la vis 28, qui le soulève à la fin de chaque course et le redescend pour travailler au retour de la plate-forme.

Le grand avantage de l'appareil à renversement de mouvement est aujourd'hui généralement reconnu. Il est démontré qu'on fait ainsi économie de temps, de force et de travail, et que, proportionnellement à ce travail, l'usure est moindre pour la machine et les outils, parce que non-seulement on rabote en allant et en revenant, mais encore parce que le travail a lieu alternativement avec les deux biseaux ou tranchants du burin. L'expérience a démontré que l'opération du rabotage s'exécute d'une manière aussi parfaite par un outil qu'on retourne que par un outil fixe et qu'elle ne présente aucune difficulté dans la manœuvre de l'appareil. Le burin est maintenu fermement par des vis de pression dans les parties supérieure et inférieure du porte-outil, et on peut l'ajuster ainsi avec la plus rigoureuse exactitude. La forme générale de ce burin devient donc à peu près sans importance. L'ajustement nécessaire est de deux genres : le premier pour partager le coup du burin exactement entre les deux tranchants, circonstance qui exige que ce burin soit mû un peu excentriquement, et le second pour fixer la portion plate du burin, c'est-à-dire celle entre les biseaux d'une manière parfaitement horizontale ou parallèle à la surface de l'objet à travailler. Ces conditions sont complétement remplies au moyen des vis et de pression supérieure et inférieure.

Le porte-outil ayant une forme conique, ainsi qu'il a été annoncé précédemment, on voit que tout jeu quelconque provenant du frottement peut être supprimé en serrant l'une ou l'autre de ces vis. Pour cet objet, on a coiffé le porte-outil d'un écrou que porte le sup-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

port et qui fait les fonctions de collier de suspension.

2° *Machine à raboter et planer en droite ligne ou circulairement ou tous deux à la fois, des ateliers de MM. J. et C. Carmichael, ingénieurs-constructeurs à Dundee.*

La machine à raboter et planer en droite ligne ou circulairement ou des deux manières à la fois, telle qu'elle a été inventée et qu'elle est construite par MM. Carmichael, est représentée en élévation vue de face dans la fig. 4, pl. T, 18, et en élévation vue de côté dans la fig. 5. Les fig. 6, 7, 8 font voir quelques autres détails dont on parlera plus loin.

A, arbre principal de la machine, qu'on peut faire marcher suivant des vitesses différentes, d'après le diamètre des pièces à travailler en changeant de poulies les courroies des engrenages du mouvement.

B et C, pièces de ces engrenages, qui sont à peu près les mêmes que celles des engrenages à vitesse variable du tour ordinaire.

D,D, deux secteurs dentés montés sur l'extrémité de l'arbre A pour faire marcher alternativement les roues E et F. Ces roues font tour à tour une demi-révolution; quand l'une fonctionne, l'autre est en repos, et elles sont maintenues au repos par les détentes à bascule G,G.

La roue E fait tourner un gros arbre vertical H au moyen du système de roues d'angle I, et produit ainsi le travail circulaire de la machine.

La roue F est destinée à produire le travail en ligne droite, en faisant avancer la plate-forme ou table J d'une étendue egale à la longueur de la course qu'on veut donner à l'outil, ce qui s'execute en ajustant le bouton de la manivelle sur la surface de cette roue, plus ou moins près de son centre.

Cette roue F est liée à la plate-forme par la bielle K, la manivelle L et le secteur M; ce secteur, à son tour, est en rapport avec la plate-forme par le moyen de châssis qui s'appliquent sur sa circonférence, et qu'on voit en partie en T, fig. 4.

La plate-forme a besoin d'être fixée lorsque le travail circulaire est en activité, et c'est ce qui s'opère au moyen des détentes N.

La fig. 4 fait voir très-distinctement l'arbre vertical H avec sa vis conductrice O pour la lever et l'abaisser, ainsi que le coulisseau transverse P établi à l'extrémité de cet arbre, qui permet de rapprocher le burin S plus ou moins près du centre suivant que peut l'exiger la nature du travail. Toutes les vis régulatrices de cette portion de la machine marchent mécaniquement, mais peuvent aussi, au besoin, être ajustées à la main.

Lorsqu'on a besoin d'un mouvement circulaire continu, les secteurs D,D sont désengrenés, et la roue Q est mise en communication avec l'arbre moteur horizontal A, qui convertit la machine en une puissante machine à forer verticale, ou en une machine à dresser les surfaces en donnant au burin S un mouvement horizontal.

Les contre-poids N sont nécessaires pour balancer la plus grande partie du poids de l'arbre H et celui du guide R, qui monte et descend avec lui.

La fig. 6 est la forme qu'on donne ordinairement à une chappe pour fixer les garnitures en laiton à l'extrémité d'une bielle.

La fig. 7 est une autre forme de chappe dont on fait souvent usage, et qui peut être complétement terminée par la machine sur tous les côtés; la longueur de centre en centre des demi-circonférences aux extrémités des parties droites est limitée dans cette machine à $1^m,025$, et la distance du diamètre des cercles à $0^m,81$.

La fig. 8 est un palier dont toutes les parties peuvent être terminées avec beaucoup de précision et de facilité par la machine. Les joues d'équerre, du chapeau et du coussinet inférieur sont d'abord travaillées, puis on façonne les siéges pour ces garnitures, et quand ces garnitures sont mises en place, ce qui peut s'exécuter par la machine elle-même ou sur un tour, on fore suivant le diamètre requis.

Études sur les machines à vapeur et recherches sur le moment d'inertie qu'il convient de donner au volant des divers systèmes de machines à vapeur.

Par M. A. Morin,

Chef d'escadron d'artillerie, professeur de mécanique industrielle au Conservatoire des arts et métiers de l'Institut.

(*Lues à l'Académie des Sciences, dans la séance du 23 octobre* 1843.)

J'ai entrepris depuis quelque temps sur les machines à vapeur des recherches diverses, principalement destinées au cours de mécanique industrielle que je suis chargé de professer au Conservatoire des arts et métiers, et que je me

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

proposais de soumettre au jugement de l'Académie lorsqu'elles seraient terminées. Les circonstances présentes m'engagent à lui en présenter des fragments, en réclamant son indulgence pour ce qu'ils peuvent avoir d'incomplet.

La première partie du mémoire que je présente aujourd'hui a pour objet de vérifier, par des expériences directes, l'exactitude des hypothèses sur lesquelles sont fondées les formules données dans le cours de machines professé à l'école de Metz, en 1826, par M. Poncelet. Ces hypothèses consistent à supposer : 1° que pendant la durée de l'admission de la vapeur, il s'établit dans le cylindre une pression constante ; 2° qu'il en est de même pendant l'émission au condenseur ou à l'air ; 3° que pendant la détente les tensions décroissent suivant la loi de Mariotte.

Dans l'application de ces formules aux machines fixes marchant à leur état normal, bien proportionnées, dans lesquelles les orifices, passages et tuyaux, ont des ouvertures et sections convenables, où la vitesse moyenne du piston n'excède pas $1^m,20$ à $1^m,50$ par seconde, et où la pression dans la chaudière se maintient dans un état de permanence qui indique que la production est égale à la consommation, on admet ensuite que la différence de pression qui s'établit entre la chaudière et le cylindre est assez faible pour pouvoir être négligée. Puis, comme les formules ne tiennent aucun compte des pertes de travail dues aux résistances passives et à diverses autres causes, on modifie le résultat théorique en le multipliant par un rapport ou coefficient, à peu près constant pour chaque genre de machine, et déduit de l'observation.

Analyse de la première partie. Je produis à l'appui de ce mémoire : 1° des courbes-minutes des tensions de la vapeur dans les cylindres obtenues avec l'indicateur de Watt, modifié par M. Macgnauht, par M. Rossin, directeur de l'usine d'Indret, sur des machines à moyenne pression, les unes à soupapes à soulèvement, les autres à tiroir mus par des excentriques circulaires ; 2° des calques de celles qui ont été tracées lors des épreuves de réception des machines à basse pression du Labrador à Toulon ; 3° Des courbes tracées par l'indicateur que j'ai fait construire lors de la réception de la machine à haute pression et détente, établie à l'atelier de fabrication des capsules de guerre à Paris ; 4° des courbes obtenues sur la machine à haute pression et à détente de l'atelier des messageries royales à Chaillot ; 5° des courbes obtenues sur la machine de la filature de lin d'Amiens.

De l'examen de toutes ces courbes, il résulte évidemment : 1° Que malgré la diversité des modes de communication du mouvement aux soupapes distributrices en usage, la pression qui s'établit dans le cylindre pendant l'admission de la vapeur est sensiblement constante, et que pour obtenir cette pression constante dès l'origine de la course du piston, il suffit et il est nécessaire de donner un peu d'avance à l'admission.

2° Que dans les machines bien proportionnées, c'est-à-dire dans celles dont les orifices, tuyaux, etc., ont une section dont l'aire est 1/25 environ de celle du piston pour les machines à basse pression, et 1/18 à 1/20, et même moins, pour celles à haute pression, marchant à orifices complétement ouverts, et aux vitesses moyennes du piston comprises entre $0^m,80$ et $0^m,50$ en une seconde, la pression dans le cylindre diffère très-peu de celle de la chaudière.

3° Qu'il importe beaucoup de donner, par une réglementation convenable des tiroirs, une certaine avance à l'émission, afin de diminuer, dès les premiers instants de la course, la pression résistante. Cette nécessité a d'ailleurs été depuis longtemps signalée par M. Rœsch et par d'autres ingénieurs, et l'on y satisfait généralement aujourd'hui dans les machines bien réglées.

L'indicateur que j'ai fait construire permettant de relever et de calculer facilement les pressions correspondantes aux diverses positions du piston pendant la détente, j'ai pu construire des courbes dont les abscisses étaient les courses du piston et les ordonnées les pressions de la vapeur, et par leur quadrature obtenir le travail réellement développé pendant la détente. En comparant ces courbes à celles qui résultent de la loi de Mariotte et des autres lois qu'on a proposé de lui substituer, on reconnaît :

Que pour des détentes ordinairement employées dans les machines, et qui dépassent et atteignent même rarement la proportion de 1/6, le travail de la détente, estimé d'après la loi de Mariotte, excède généralement un peu le travail réel, mais d'une quantité assez faible, tandis que pour des détentes très-prolongées, la loi de Mariotte donne des résultats un peu plus faibles que l'expérience.

Quant aux autres lois proposées dans les détentes prolongées, elles s'éloignent beaucoup plus encore des pressions réelles que de la loi de Mariotte.

En résumé, il s'ensuit que la loi de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mariotte peut être appliquée au calcul du travail développé pendant la détente, non comme loi mathématique, mais comme suffisamment exacte pour la pratique.

Analyse de la deuxième partie. Dans la deuxième partie de mon mémoire, je prends pour base ce fait constaté par les expériences rapportées dans la première, que dans les machines bien réglées la pression pendant l'admission est constante ou sensiblement telle. Or, de là résulte que, par l'effet de la grandeur de la vitesse avec laquelle la vapeur afflue dans le cylindre par rapport à celle du piston, l'influence de l'ouverture graduelle des orifices et celle de la vitesse du piston sont très-faibles et négligeables, de sorte que les choses se passent, à très-peu près, comme si les orifices étaient complétement ouverts dès l'origine de la course, et le piston animé d'une vitesse uniforme égale à la vitesse moyenne.

Le mouvement du fluide a donc lieu sensiblement, comme s'il était arrivé à l'état de permanence dont le caractère fondamental est la constance des pressions dans les réservoirs extrêmes et les passages intermédiaires, et dès lors on peut appliquer à ces cas les équations relatives au mouvement permanent des fluides.

Dans cette application, j'ai tenu compte des pertes de force vive qui se produisent à tous les étranglements et élargissements des passages, de la résistance des parois des tuyaux, et je parviens à une équation qui montre que la différence de pression entre la chaudière et le cylindre est proportionnelle :

1° A la densité de la vapeur dans la chaudière ;

2° Au carré de la vitesse du piston ;

3° Au carré du rapport de l'aire de section des cylindres, et à celle des tuyaux et orifices d'admission ;

4° A un facteur particulier pour chaque machine, et d'autant plus grand que les élargissements et étranglements des conduits sont plus prononcés et plus nombreux, et que la longueur des tuyaux ou conduits est plus grande par rapport à leur diamètre.

Je fais ensuite l'application de cette formule aux machines à basse pression, et montre que dans les proportions ordinaires de Watt, la différence de pression entre la chaudière et le cylindre indiquée par la formule ne serait pas de plus de 1/100 à l'état normal, abstraction faite de l'effet des refroidissements, résultat à très-peu près conforme à ceux des expériences sur le Labrador.

La vérification la plus remarquable des résultats fournis par les formules est celle que j'en ai obtenue sur la machine à haute pression des ateliers des messageries royales, dont toutes les dimensions m'étaient exactement connues. Les expériences directes faites avec l'indicateur de la pression m'avaient donné, par sept expériences consécutives contenant chacune près de 30 courbes, une différence de pression égale à 1/11 environ de celle de la chaudière. Le calcul donne dans les mêmes circonstances 1/9.7.

Sans prétendre que l'on puisse toujours arriver à une pareille coïncidence, on peut du moins conclure de cette discussion que les formules permettent de calculer approximativement la pression dans le cylindre, et surtout de reconnaître quelles sont les principales causes de la différence de pression de la chaudière au cylindre. Il est facile de voir, par les applications que je produis, que ce sont les étranglements causés par les valves régulatrices et les frottements dans les tuyaux.

Troisième partie. Après avoir vérifié, par l'expérience et par la théorie du mouvement des fluides, les hypothèses sur lesquelles étaient fondées les formules employées, j'en ai comparé les résultats avec ceux des observations faites au frein dynamométrique ou par d'autres moyens.

A cet effet, j'ai réuni un très-grand nombre d'expériences faites par la Société industrielle de Mulhouse, sur des machines à basse, à moyenne ou à haute pression, avec détente, avec ou sans condensation, ainsi que celles dues à d'autres observateurs pour des receptions de machines, et celles que j'ai pu exécuter moi-même. De l'ensemble de toutes ces expériences, il résulte cette conséquence, que l'effet utile des machines à vapeur fixes, bien proportionnées, marchant à peu près à leur état normal, c'est-à-dire avec la valve régulatrice très-ouverte, peut être calculé avec toute l'exactitude désirable pour la pratique, par les formules données dans le cours de l'école de Metz et à l'aide de coefficients de correction constants, ou légèrement croissants avec la force des machines, et dont les valeurs indiquées dans les lithographies de ces leçons avaient été déduites d'expériences et d'observations antérieures.

Quatrième partie. L'examen des proportions suivies par tous les bons constructeurs tend aux mêmes conséquences ; seulement, on remarque que, par prudence et pour faire une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

part convenable aux défauts d'exécution et d'entretien, ils supposent au rapport constant de l'effet utile à l'effet théorique une valeur moindre d'un quart à un cinquième de celle qu'indique l'expérience.

Ainsi, Watt proportionnait ses machines par le coefficient constant de construction, 0,405, tandis que l'expérience des effets réels donne 0,50 à 0,60.

Les constructeurs de machines à moyenne pression, à deux cylindres et à condensation, se servent du coefficient 0,50 à 0,55, tandis que l'expérience montre que le rapport de l'effet réel à l'effet technique est compris selon les forces entre 0,55 et 0,45 environ.

Enfin, les constructeurs de machines à haute pression adoptent en général le rapport 0,25, sensiblement trop faible, quelques-uns celui de 0,28 à 0,30, tandis que le rapport des effets réels est moyennement 0.375.

On voit par ces citations que tous les constructeurs, sans exception, ont adopté des proportions qui seraient données par les formules en leur appliquant un coefficient de construction à très-peu près constant. C'est encore ce que mettent en évidence quelques-unes des tables de construction que j'ai calculées et insérées dans mon mémoire, et qui s'accordent avec les dimensions adoptées par les meilleurs constructeurs.

Quant à la production de la vapeur, les constructeurs de machines fixes sont depuis longtemps à l'exemple Watt, dans l'usage de proportionner largement la surface de chauffe à la force en chevaux, de manière à produire au besoin et en poussant le feu plus de vapeur que la machine de même force n'en pourrait consommer à sa vitesse normale, même en admettant l'égalité des pressions. Il resulte de là que, pourvu qu'il n'y ait pas dans les conduits des étranglements, des résistances très-grandes, la pression dans le cylindre doit différer de peu de celle de la chaudière, à l'état et à une vitesse normale peu supérieure à 1m.00.

En résumé l'on voit que par l'observation directe, par la théorie du mouvement des fluides, par les résultats des expériences au frein, enfin par la discussion des proportions adoptées par les constructeurs, les bases des formules citées, ainsi que leur emploi à l'aide de coefficients constants ou à peu près tels, sont suffisamment justifiées, et qu'il n'y a aucune raison de substituer à ces règles simples et d'une application facile, d'autres méthodes qui exigent l'observation de données très-difficiles à déterminer directement avec exactitude.

Des volants. A ces études de l'action de la vapeur dans les machines fixes que je me propose d'étendre dès que je le pourrai, par l'expérience et le calcul, aux machines locomotives, je joins un mémoire sur les proportions qu'il convient de donner aux volants des machines à vapeur de tous les systèmes destinées à produire un mouvement de rotation.

Pour le moment, je ne me suis proposé que de trouver une solution simple et suffisamment exacte de la question pour tous les genres de machines fixes. Plus tard, lorsque j'aurai reçu un modèle de machine de la force d'un ou deux chevaux, que j'attends sous peu, je compte reconnaître les limites d'exactitude de ces règles, en déterminant à l'aide d'appareils chronométriques à style, la loi du mouvement de rotation de l'axe du volant, et en faisant varier le moment d'inertie de cette pièce. Je chercherai en même temps à tenir compte de toutes les pièces à mouvement alternatif sur la régularité du mouvement, en introduisant les données de l'observation dans les formules établies par M. Poncelet, dans la 5e *section du cours de l'École de Metz, lithographié en* 1836.

C'est le commencement de ce travail sur les volants, que je présente aujourd'hui à l'Académie, non comme une solution complète, mais comme une approximation suffisante pour la pratique, et applicable à tous les genres de machines fixes.

Cette question a depuis longtemps fixé l'attention des géomètres qui ont principalement cherché à déterminer le moment d'inertie qu'il convient de donner au volant pour que la variation de la vitesse angulaire de son axe de rotation soit resserrée entre des limites données.

M. Navier, dans ses *notes sur l'architecture hydraulique de Belidor*, a traité le cas particulier d'un axe de rotation mis en mouvement par l'action alternative d'une bielle sur une manivelle, en supposant la bielle toujours parallèle à elle-même et sollicitée par une force constante.

M. Coriolis, dans son ouvrage intitulé: *Calcul de l'effet des machines*, publié en 1829, s'est aussi occupé des volants en général, et dans un mémoire inséré au journal de l'École Polytechnique, en sept. 1832, il a recherché quelle était l'influence du balancier sur la régularité du mouvement.

M. Poncelet dans *l'édition lithogra-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phiée en 1826, de ses *leçons à l'École de Metz*, a appliqué les formules de M. Navier, au cas des volants des machines à vapeur à basse pression des proportions de Watt, et il est parvenu à une formule pratique conforme aux proportions du célèbre ingénieur anglais. Mais en outre il a donné en 1836 (*cours de l'École de Metz*) une série de théorèmes à l'aide desquels on peut résoudre les différentes questions relatives à ces volants, sans recourir à cette supposition, et dont je me suis servi dans le travail que je présente.

Le même géomètre a donné dans une *addition à la 3e section du même cours* une solution plus générale de ce problème en tenant compte du poids, de l'inertie et du mouvement des pièces oscillantes, et cette discussion approfondie le conduit à conclure que la question se complique alors tellement, que les résultats en sont presque inapplicables à la pratique, autrement que par des tâtonnements longs et laborieux.

En présence de ces difficultés qui proviennent de l'influence des pièces à mouvement alternatif, je me suis demandé s'il était bien nécessaire pour les applications, d'introduire cette influence dans la question, et j'ai reconnu que par exemple, dans une machine à basse pression construite dans les ateliers de MM. Watt et Boulton, et de la force de 30 chevaux, la force vive moyenne du balancier n'était guère que 1/426 de celle de l'anneau du volant et celle de la bielle 1/524 de la même quantité. D'après cela il m'a paru permis de négliger l'influence de ces pièces et de me borner à considérer seulement celle du volant.

Mais en même temps j'ai cherché s'il n'était pas nécessaire de tenir compte des effets de l'inclinaison variable de la bielle et du balancier, et si l'erreur que l'on commettait en regardant cette bielle comme toujours parallèle à elle-même, ou comme d'une longueur infinie n'était pas dans tous les cas supérieure à celle qui peut résulter de l'omission de la force vive des pièces à mouvement alternatif.

Cette supposition d'une bielle infinie n'avait été inspirée aux géomètres que par l'avantage qu'elle présente d'échapper aux difficultés de calcul qu'entraîne la variation simultanée d'inclinaison de cette pièce, du balancier et de la manivelle, et de conduire pour les machines à pleine pression sans détente à une solution analytique simple de la question. Mais il faut remarquer que pour les machines à détente, l'équation transcendante que l'on obtient (1) ne peut être encore résolue que par tâtonnements.

Pour échapper à ces difficultés, j'ai recherché si des tracés géométriques, simples, faciles à comprendre et à exécuter ne seraient pas préférables à des solutions analytiqnes, et en me servant d'un théorème de M. Charles, sur les centres instantanés de rotation des systèmes articulés, et d'un autre théorème de M. Poncelet, pour la détermination du moment variable de l'effort transmis à la bielle, je suis parvenu, à l'aide d'une construction analogue à l'une de celles qui ont été indiquées par M. Coriolis dans son mémoire de 1832, à résoudre pour tous les cas de la pratique, le problème suivant :

« Étant donnée une machine à vapeur d'un système quelconque, avec ou sans détente, avec ou sans condensation, à haute ou à basse pression, d'une force effective connue en chevaux, trouver le moment d'inertie qu'il convient de donner au volant monté sur l'abre de la manivelle, pour que la vitesse angulaire de cet arbre ne varie pas de plus d'une fraction donnée de sa valeur moyenne par l'effet de la variation d'action de la vapeur et du jeu des pièces de la machine, la solution devant d'ailleurs être obtenue à l'aide de la règle et du compas, et des méthodes de quadratures connues ou du planimètre. »

Pour parvenir à la solution, j'admets 1° que dans les machines bien proportionnées et bien réglées, il s'établit dans le cylindre une pression constante pendant l'admission ; 2° que dans les limites ordinaires de détente en usage, la loi de Mariotte est applicable avec une exactitude suffisante à la détente dans les cylindres. Je viens de déposer la preuve matérielle de l'exactitude suffisante de ces deux hypothèses, généralement admises jusqu'à ces derniers temps.

Pour mettre en évidence le degré de précision auquel on peut parvenir par ces méthodes graphiques, j'ai d'abord comparé la solution analytique relative à l'hypothèse d'une bielle infinie à la solution géométrique dans la même supposition.

Le calcul donne pour les angles décrits par la manivelle, aux instants du minimum et du maximum de vitesse, les valeurs 39° 538 et 140° 462. Le tracé a fourni les valeurs 39° 439 et 140° 560.

---

(1) La question a été traitée pour ce cas dans l'hypothèse d'une bielle infinie, et en suivant la marche indiquée par M. Poncelet : par M. Charbonnier, ingénieur civil à Mulhouse, dans un mémoire encore inédit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La quadrature des courbes conduit pour le moment d'inertie du volant à la formule

$$PV^2 = 4614 \,.\, 7 \,\frac{n\,N}{m}.$$

Le calcul a fourni la formule

$$PV^2 = 4647 \,.\, 0 \,\frac{n\,N}{m}.$$

La différence des deux résultats n'est donc que de 1/144, ce qui prouve que la méthode graphique a pour les applications toute l'exactitude désirable.

Puis, en comparant ensuite les résultats de la méthode graphique pour le cas où la longueur des bielles serait égale à 6, 5 et 4 fois celle de la manivelle avec ceux de l'hypothèse d'une bielle infinie, j'ai reconnu que pour le premier, qui est celui de la pratique de Watt et de la formule de M. Poncelet, les deux résultats ne diffèrent que de 1/9 environ, ce qui est admissible dans les applications, mais que la différence était beaucoup plus considérable pour les deux autres cas, ainsi que pour les machines à détente, et qu'il était alors nécessaire d'en tenir compte.

Je suis ainsi parvenu à déterminer les moments d'inertie qu'il convient de donner aux volants pour que l'axe de rotation qui le porte ait toujours un degré de régularité minimum, pour les machines à pleine pression, avec ou sans balancier, et pour des détentes comprises entre 1/2 et 1/6, pour les machines à cylindre oscillant avec détente avec ou sans condensation.

Enfin, la méthode s'appliquant avec une égale facilité au cas des manivelles multiples, j'ai traité celui des manivelles doubles placées d'équerre et celui des manivelles triples partageant la circonférence en parties égales. Cet examen montre que l'emploi d'une manivelle double à angle droit permet de réduire à force égale le moment d'inertie du volant à un peu moins du quart seulement de celui qui est nécessaire pour une machine à une seule manivelle, et que l'emploi à une manivelle triple à angles égaux permet d'employer un volant dont le moment d'inertie soit plus de onze fois moindre.

Ce dernier résultat prouve que pour les pompes et les machines soufflantes ordinaires, à manivelle triple, qui n'ont pas besoin d'une régularité très-grande, le mouvement de l'arbre moteur de rotation n'est pas influencé d'une manière assez notable pour qu'il soit nécessaire d'y appliquer un volant, quand ce moteur est par lui-même doué d'un mouvement sensiblement uniforme.

Les solutions que je rapporte dans ce mémoire ayant exigé de nombreuses quadratures, je me suis servi pour les exécuter d'un planimètre à cône de bois, modifié comme je l'ai indiqué précédemment à l'Académie, et en comparant les résultats fournis par cet instrument expéditif aux méthodes ordinaires de quadrature, j'ai constaté de nouveau qu'il leur était supérieur en exactitude, qu'il peut par conséquent être employé avec sécurité à la quadrature des surfaces terminées par des lignes courbes.

Note sur la pression de la vapeur dans le cylindre des machines à vapeur, et sur quelques autres points de la théorie de ces machines.

Par M. DE PAMBOUR.

Des recherches, récemment présentées à l'Académie, ont paru conduire à ces résultats : 1° que, dans les machines à vapeur ayant les orifices de circulation et les vitesses en usage, la pression de la vapeur dans le cylindre ne diffère que d'une quantité fort petite de la pression dans la chaudière ; 2° que l'effet utile des machines à vapeur peut se mesurer, avec toute l'exactitude nécessaire, en calculant cet effet utile d'après la pression dans la chaudière, puis réduisant le résultat dans un rapport indiqué par un coefficient constant. Comme ces conséquences sont opposées aux opinions que j'ai développées plusieurs fois, je me propose de les examiner dans cette note.

1° En ce qui concerne la pression dans le cylindre, on sait que dans toute machine parvenue au mouvement uniforme, il y a équilibre entre la puissance et la résistance ; et par conséquent, dans une machine à vapeur, il y a équilibre entre la pression de la vapeur *dans le cylindre*, qui est la puissance, et l'intensité de la charge sur le piston, qui est la résistance ; ou, pour parler plus généralement, il y a égalité entre la quantité de travail développée par la vapeur dans le cylindre et celle qui est développée par la charge sur le piston. Pour une charge donnée, la pression dans le cylindre est donc fixée *à priori*. D'autre part, la pression de la vapeur dans la chaudière dépend de plusieurs circonstances, savoir : le poids de la soupape de sûreté, l'aire des passages de la vapeur fixée par le machiniste au moyen de la soupape à gorge,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la masse de vapeur produite par minute qui dépend du chauffeur, et enfin la pression dans le cylindre qui dépend de l'intensité de la charge. Il en résulte que, dans certaines circonstances, la pression de la vapeur dans le cylindre peut être à peu près égale à celle de la chaudière, et que dans d'autres elle peut en différer considérablement, le premier cas se présentant particulièrement quand la charge de la machine est très-forte, c'est-à-dire presque égale au poids de la soupape de sûreté, et le second, quand au contraire la charge est très-faible.

Les résultats annoncés dans le mémoire dont il est question établissent, à ce qu'il paraît, la première de ces deux propositions, que j'ai également prouvée moi-même, c'est-à-dire que les deux pressions peuvent ne différer que d'une quantité fort petite. Pour établir la seconde j'ai donné divers exemples, tirés, soit de mes propres expériences, soit de celles d'autres personnes ; mais, pour en rappeler le souvenir, je me contenterai de copier le tableau suivant que j'extrais du tome II, p. 59, des *Transactions de l'institution des ingénieurs civils* de Londres, 1838. Ce tableau est donné par M. Henwood, membre de l'Académie de Glascow, secrétaire de la Société géologique de Cornwall et contrôleur des essais des mines ; et il est accompagné de tous les tracés d'indicateur correspondants, qui sont gravés pl. IV, à la fin du volume. La dernière colonne du tableau y a été ajoutée par moi. Les machines dont il est question travaillaient toutes à l'état normal, et elles sont des plus parfaites qui soient connues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DÉSIGNATION DES MACHINES.	DIAMÈTRE du cylindre.	DIAMÈTRE de la soupape d'admission de la vapeur.	CHARGE D'EAU sur le piston.	PRESSION ABSOLUE dans la chaudière.	PRESSION ABSOLUE maximum, dans le cylindre pendant l'ouverture des passages avant la détente.	RAPPORT des deux pressions.
	pouc.	pouc.	liv. par pouc. car.	liv. par pouc. car.	liv. par pouc. car.	
Machine de Wilson, à Huel-Towan.	80	8	10.2	61.8	27	0.44
Machine de Swan, à Binner-Downs.	70	9	10.23	74.78	26	0.35
Même machine.	70	9	10.23	58	25	0.43
Machine de Burns, à Binner-Downs.	64	7	10.7	55	30.5	0.55
Machine de Hudson, à East-Crinnis.	76	10	11.4	36.8	25	0.68
Même machine.	76	10	11.4	26.3	21	0.80
Machine de Trelawny, à Huel-Vor.	80	9	14.7	47	30.5	0.65
Machine de Borlase, à Huel-Vor	80	10	12.1	40	30.5	0.76

On voit d'après ce tableau, que dans ces machines, qui sont toutes du même genre, savoir : à haute pression, à détente et à condensation, non-seulement les deux pressions mentionnées ne sont pas égales entre elles, mais leur rapport a varié dans toutes sortes de proportions entre le nombre 55,0 et le nombre 0,80, qui en est plus que le double, et l'on remarquera même, que deux fois, c'est dans la même machine que ce rapport a varié. Du reste, il est évident que, puisque la pression dans le cylindre est fixée par la charge du piston, la même variation de rapport entre la pression du cylindre et celle de la chaudière doit se présenter dans toutes les machines dont la charge varie selon le travail journalier, comme dans les machines employées à l'approvisionnement d'eau et à l'arrosement des villes, qui mettent en jeu un plus grand nombre de pompes, suivant le besoin ou la saison, dans les locomotives, dans les machines fixes qui tirent des trains de wagons sur les chemins de fer, et dont la

charge dépend de la quantité des objets à transporter, dans les machines des bateaux à vapeur destinés à naviguer en mer ou en rivière, etc.

Ainsi, en résumé, les résultats annoncés par l'auteur montrent que les deux pressions mentionnées peuvent être presque égales, et ceux que je viens d'y ajouter montrent qu'elles peuvent être très-inégales. Dès qu'un tel effet peut se produire, il est nécessaire d'y avoir égard. C'est ce que fait la théorie que j'ai exposée, puisqu'elle ne suppose rien, ni sur l'égalité ou la différence des deux pressions, ni sur la grandeur des passages, ni sur la limite des vitesses, tandis que la supposition de l'égalité entre les deux pressions, accompagnée de certaines restrictions, n'est qu'un cas particulier qui peut ne pas se rencontrer. Donc, cette théorie est générale, tandis que la supposition contraire ne l'est pas.

2° Les résultats annoncés ont également pour but d'établir que, dans les machines à vapeur, l'effet utile peut être déterminé avec toute l'exactitude nécessaire, en calculant cet effet d'après la pression dans la chaudière, puis appliquant au résultat un coefficient qui est constant pour une même espèce de machine, mais qui varie d'une espèce à l'autre, depuis 0,60 jusqu'à 0,25. Quand on présente le calcul des coefficients comme une méthode d'approximation destinée à indiquer la force d'une machine sur laquelle on n'a pas à établir des calculs importants ou définitifs, et c'est dans ce but que ce mode a été originairement présenté par son auteur, je crois qu'il peut suffire à l'objet qu'on se propose. Mais, je crois aussi que ce serait se tromper et dépasser d'ailleurs l'intention de celui qui a d'abord enseigné cette méthode, que de la regarder comme une méthode exacte, car je viens de montrer que le rapport entre la pression dans le cylindre, qui est la véritable force motrice, et la pression dans la chaudière peut varier, non-seulement dans les machines d'un même système, mais encore dans la même machine : l'application d'un rapport constant, dans ce cas, ne pourrait donc être exacte.

Il est vrai que, dans ces machines, chaque fois que la charge varie, le machiniste ne manque pas de changer l'ouverture de la soupape à gorge, et qu'ainsi la condition que l'auteur s'est posée, que les orifices soient entièrement ouverts, n'est pas remplie. Il est vrai aussi que, dans les machines citées au tableau précédent, l'aire des soupapes est beaucoup plus petite que la limite que l'auteur s'est fixée, savoir 1/25 de l'aire du cylindre. Mais ce ne serait pas considérer la question d'une manière générale que de se poser des limites. Il est certain qu'il y a des machines où la soupape d'admission est 1/100 de l'aire du cylindre, et d'autres où elle est 1/10 ; il est certain aussi qu'il y a des machines dont la soupape à gorge ou la soupape régulatrice varient journellement, selon la charge qui leur est imposée, et enfin on en voit qui ont des vitesses beaucoup plus grandes que celles indiquées par l'auteur. Ce serait donc se placer dans l'impossibilité de calculer les effets qui se produisent dans une foule de cas, que de se renfermer dans des limites à cet égard.

En reproduisant le calcul des coefficients, on a rappelé que cette méthode est due à un membre illustre de l'Académie des sciences. Il est très-vrai que M. Poncelet, en 1826, c'est-à-dire il y a près de vingt ans, a été le premier à en introduire l'usage. Ayant alors à exposer aux élèves de l'École d'application de Metz le moyen de calculer les machines à vapeur dont ils allaient faire le levé, et qui ne formaient qu'un objet secondaire dans leurs études, il était tout simple qu'il se contentât de leur indiquer une méthode facile et sommaire ; cela suffisait à l'objet qu'il avait en vue. Mais M. Poncelet a, lui-même, établi trop de théories nouvelles, pour s'étonner que dans les vingt années qui se sont écoulées depuis l'époque où il a indiqué cette méthode, la science ait pu faire quelques progrès. Du reste, la preuve qu'il n'indiquait les coefficients que comme un moyen provisoire, c'est qu'il avait déjà entrepris lui-même de leur substituer un calcul analytique ; ses travaux à ce sujet, qu'il n'a pas publiés, étaient même déjà assez avancés. Il n'y a donc pas à douter que s'il n'avait été détourné de cette étude par tant d'autres belles recherches dont la science a recueilli les fruits, il n'eût depuis longtemps remplacé les coefficients par la vraie théorie de la machine à vapeur.

3° Enfin, il y a encore un autre point, secondaire il est vrai, sur lequel je crois utile de faire quelques remarques. En relevant les courbes tracées par le crayon de l'indicateur, pendant la détente de la vapeur dans les machines, il a été trouvé que les pressions indiquées par les ordonnées de ces courbes s'approchaient plus de suivre la loi de Mariotte, que celle de Watt, que j'ai cru devoir adopter ; je dois donc expliquer cet effet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a très-peu d'expériences sur la quantité de chaleur latente contenue dans la vapeur, au moment de sa formation en présence du liquide, c'est-à-dire au maximum de densité pour sa température, sous différentes tensions. A cet égard, deux lois ont été proposées, sans être tout à fait établies.

La première est celle de Watt, qui veut que la quantité *totale* de chaleur contenue dans la vapeur, savoir la somme de sa chaleur latente, plus sa température ou chaleur sensible, soit une quantité constante. Si cette loi est exacte, il s'ensuit que, quand la vapeur est formée à une haute pression, sa température est alors très-grande, et sa chaleur latente très-petite, ce qui tient au peu d'écartement des molécules; mais si, après sa formation et séparée du liquide, cette vapeur se dilate, sans recevoir ou perdre de la chaleur par l'action des corps étrangers, elle *baisse de température*, parce qu'il y a de la chaleur qui devient latente; et de plus, puisqu'elle était auparavant au maximum de densité pour sa température, elle y restera encore après, attendu que la chaleur totale qu'elle contient suffit pour la constituer au maximum de densité sous tous les degrés de tension, et, par conséquent, sous sa nouvelle tension aussi bien que sous l'ancienne.

Une autre loi a été proposée par Southern : elle admet que c'est la chaleur *latente* contenue dans la vapeur qui est constante, et par conséquent, d'après cette loi, si la vapeur séparée du liquide se dilate, sans action des corps étrangers, comme il n'y a aucune portion de sa chaleur sensible qui devienne latente, il s'ensuit que sa température reste la même malgré sa dilatation.

Entre ces deux lois, j'ai préféré celle de Watt, parce qu'elle suppose que la vapeur, en se dilatant, absorbe de la chaleur ou perd de sa température, ce qui a lieu pour les autres gaz, tandis que la loi de Southern suppose que, malgré sa dilatation, elle n'absorbe pas de chaleur, ce que nous ne voyons pas se produire dans les autres corps de la nature. D'ailleurs la loi de Watt s'est trouvée confirmée, jusqu'à un certain point, par les expériences de M. Sharp, de Manchester, et par celles de MM. Clément et Desormes, tandis que, jusqu'ici, rien n'est encore venu confirmer celle de Southern.

Enfin, on peut encore calculer les effets de la dilatation de la vapeur d'après une troisième loi; c'est celle de Mariotte : mais comme cette loi suppose *à priori* que la température de la vapeur reste *constante*, malgré sa dilatation, elle n'a jamais été regardée que comme applicable approximativement aux effets de la vapeur, et l'on aurait sans doute porté le même jugement sur celle de Southern, si l'on avait fait attention qu'elle suppose la même circonstance. En effet, les deux lois ne diffèrent qu'en ce que celle de Southern admet que la température ne change pas, et celle de Mariotte, qu'elle baisse d'abord, puis se récupère par le contact des corps voisins, supposés plus chauds qu'elle.

J'ai donc admis la loi de Watt, et, par conséquent, j'ai admis que la vapeur, en se dilatant dans les machines, baisse de température et conserve son maximum de densité, tant qu'elle n'éprouve pas d'action étrangère; mais il y a une autre circonstance à laquelle il est nécessaire d'avoir égard : c'est celle de l'eau tenue en suspension, et à l'état liquide, dans la vapeur. On sait que cette eau, tenue en suspension dans la vapeur, est très-considérable, et elle a été souvent reconnue égale au quart et même au tiers de l'eau réellement vaporisée. Actuellement, quand la vapeur admise dans le cylindre d'une machine s'y dilate, elle baisse de température, et par conséquent l'eau liquide qu'elle contient se vaporise aussitôt, et la quantité qui s'en vaporise dépend du changement de température de la vapeur. Par exemple, si la vapeur arrive dans le cylindre à la pression de 4 atmosphères ou 145 degrés de température, et qu'elle s'y dilate à la pression de l'atmosphère, ou à la température de 100 degrés, l'eau qu'elle contient baissera aussi à 100 degrés de température; donc elle dégagera 45 degrés de chaleur. Or, si l'on suppose approximativement que la chaleur absorbée par la vapeur, en se formant, soit de 500 degrés, on voit que chaque abaissement de 1 degré dans la température de l'eau liquide vaporisera 1/500 de son volume, et par conséquent les 45 degrés supposés plus haut en vaporiseront environ 1/10. Donc, si l'eau en suspension dans la vapeur était 1/4 de celle-ci, la vaporisation résultante augmentera la vapeur de 1/40 de son volume primitif; et comme le vase contenant reste toujours le même, la pression de la vapeur qu'il renferme croîtra d'environ 1/40 au delà de ce que la loi de Watt aurait indiqué sans cela. Quà l'effet dont il est question on ajoute que le cylindre des machines à détente est souvent réchauffé par un courant de vapeur venant de la chaudière, et de plus qu'il est presque inévitable que les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soupapes ne permettent, de la chaudière au cylindre, une légère fuite de vapeur, laquelle augmente à mesure que la détente est considérable, et l'on comprendra que la pression de la vapeur, pendant sa détente, peut non-seulement égaler, mais même dépasser les pressions indiquées par la loi de Mariotte, sans que cependant la loi de Watt ait cessé d'être exacte.

Les résultats annoncés dans le Mémoire dont il s'agit ne sont donc d'accord avec la loi de Mariotte que parce qu'on a calculé les effets de cette loi sur un même volume d'eau vaporisée, pendant toute la détente; tandis qu'en raison de l'eau liquide en suspension, le volume d'eau vaporisée a varié en réalité à mesure que la détente a eu lieu.

Du reste, ce que nous savons jusqu'ici tant sur la chaleur constitutive de la vapeur que sur son volume à diverses tensions, est trop incertain pour qu'on puisse rien conclure de définitif à cet égard. On doit attendre, pour cela, le résultat des expériences entreprises par un membre de l'Académie des sciences, à qui l'on doit déjà tant d'importants résultats sur la dilatation des gaz; mais il y a ceci d'utile à noter dans les lois dont on se sert en ce moment pour calculer les effets de la vapeur, que, dans les cas les plus ordinaires, la différence entre elles ne produit que des effets à peu près négligeables.

Résultats de l'application de la force des chevaux à divers travaux.

M. F.W. Sims, ingénieur, a lu en avril dernier, à l'institution des ingénieurs de Londres, un mémoire sur l'épuisement des eaux dans les puits d'exploitation du tunnel de Saltwood, sur le chemin de fer dit *South Eastern*, où l'on remarque les détails suivants.

Ce tunnel est percé dans les couches moyennes des formations de grès vert inférieur, entre lesquelles et la surface du terrain se trouvent interposés seulement les lits supérieurs de cette même formation. En formant les onze puits pour le travail du tunnel, on a trouvé qu'au niveau de son toit ou au point culminant de sa voûte, le terrain prenait le caractère d'un sable coulant saturé d'eau en quantité telle que, pour extraire celle-ci le travail manuel n'a plus été suffisant. Dans ces circonstances on a établi un appareil à cheval, qui consistait en une bique pour élever les eaux avec des barriques contenant 455 litres chacun, et pesant quand elles étaient pleines 594 kilog.

L'intention de l'ingénieur avait d'abord été de pousser, à partir de ces puits, une rigole d'écoulement dans la direction du tunnel, pour faire écouler ces eaux; mais le terrain, qui consistait en sable mélangé à des particules fines d'argile bleue, était tellement mouillé d'eau, qu'il constituait une boue semi-liquide, et qu'on rencontrait beaucoup de difficultés pour surmonter les eaux sans l'emploi des pompes. D'abord on y parvint en faisant travailler chaque cheval 12 heures, puis 8 heures par jour avec une heure pour les repas et le repos, mais comme l'eau augmentait, on ne tarda pas à être obligé de travailler nuit et jour, et alors le travail de chaque cheval fut encore réduit à 6 heures et parfois à 3 heures par jour. Comme ces chevaux étaient loués à raison de 8 fr. 75 c. par jour, M. Sims, qui avait la direction des travaux, ordonna qu'on tînt un registre journalier du travail fait par chaque cheval, dans le double but de s'assurer s'ils rendaient tous le même travail, et dans l'espoir de recueillir quelques faits utiles relativement à la force des chevaux.

M. Sims établit d'abord que l'évaluation convenable de la force d'un cheval est celle qui mesurerait le poids que celui-ci élèverait d'un puits, l'animal agissant suivant une ligne horizontale de traction convertie en une ligne ou direction verticale, par une simple poulie dans laquelle le frottement serait réduit autant qu'il est possible. Il annonce ensuite que la manière dont le travail s'est opéré, s'est rapprochée nécessairement aussi près qu'on l'a pu de ces conditions, et après avoir donné les principales dimensions de l'appareil employé à cet objet, il a analysé chaque série d'expériences, et prenant une moyenne parmi toutes celles qui lui paraissent irréprochables, il est arrivé ainsi aux résultats suivants :

La force d'un cheval travaillant 8 heures par jour = 3,484 kil. élevés à 1m en 1 minute.
6 . . . . . = 3,624 *id.*
4 1/2 . . . . . = 4,026 *id.*
3 . . . . . = 4,902 *id.*

Parmi ces résultats, il pense que ce sont ceux pour 6 et 3 heures qui peuvent être adoptés dans la pratique, les autres présentant des inconvénients.

Comme terme de comparaison, l'auteur rapproche de ses résultats, dans le tableau suivant, ceux de quelques physiciens ou ingénieurs distingués.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMS des expérimentateurs.	Kilogrammes élevés à 1 mètre en 1 minute.	DURÉE du travail.
Boulton et Watt.	4910	8 heures.
Tredgold	4092	8
Desagulier . . .	6546	8
id.	4910	non indiquée.
Sauveur.	5062	8
Moore pour la Société des Arts.	3142	non indiquée.
Smeaton.	3274	*id.*

Plusieurs de ces résultats sont supérieurs à la moyenne de ceux obtenus par M. Sims, et s'accorderaient plutôt avec les extrêmes qu'on trouve dans ses tableaux, mais sous une fatigue aussi excessive, les chevaux ne tarderaient pas à être épuisés et à périr. Dans les expériences du tunnel, on a employé à peu près 100 chevaux, tous en bon état, ayant une taille moyenne de 1m,506 et un poids de 523 kilog., et ayant coûté de 500 à 1000 fr. chacun : ils recevaient des rations d'avoine aussi considérables qu'ils pouvaient en manger, et étaient bien soignés.

La quantité de travail exécuté par les chevaux et son prix ont été ainsi qu'il suit :

	kilog.
Quantité d'eau extraite d'après les registres d'une profondeur moyenne de 31 mètres	128,207,099
Quantité de terre extraite, 2625 mèt. cubes à 1700 kilog. le mèt. cube .	4,462,500
Poids total élevé à la surface.	132,669,599
	fr. cent.
Dépense totale du travail des chevaux, y compris les enfants pour conduire chaque cheval.	39,644,10

c'est-à-dire environ 0 fr. 30 cent. par tonneau de 1000 kilog. élevé à 31 mèt. de hauteur.

Le Mémoire de M. Sims, qui a été lu dans la séance du 14 mars de l'institution des ingénieurs civils de Londres, a donné lieu à une discussion à laquelle ont pris part plusieurs ingénieurs, et dont nous allons extraire les documents les plus intéressants.

M. Palmer fait remarquer qu'en établissant à 3,484 kilog., élevés à 1m en une minute (33,000 livres anglaises élevées à 1 pied anglais de hauteur) la mesure de la force d'un cheval, Boulton et Watt n'avaient pas prétendu fixer cette valeur comme le travail moyen que les chevaux sont susceptibles d'accomplir, mais qu'ils avaient pris les résultats les plus élevés que puissent fournir des animaux vigoureux, afin de convaincre ceux qui achetaient des machines à vapeur, qu'ils avaient bien la force qu'on s'était engagé à leur procurer. M. Palmer saisit cette occasion pour annoncer qu'il a fait lui-même quelques expériences sur la quantité de travail exécutée par des chevaux touant un bateau sur les canaux. Il avait placé au sommet du mât une poulie sur laquelle passait la corde de touage, en se réservant les moyens de suspendre à son extrémité des poids donnés, de façon à balancer la force exercée par le cheval. Les résultats auxquels il est arrivé par ces moyens étaient tellement variables, qu'il n'a pas pu en déduire de conclusion moyenne. La force exercée a varié entre 10 kilog. 60 et 42 kilog. 41, et a diminué proportionnellement à la vitesse. Il croit que la vitesse de 4000 mètres à l'heure est une moyenne trop considérable, et que celle-ci ne devrait pas excéder 3,200 mètres.

M. Hawkins fait part qu'il a entrepris de nombreuses expériences sur le travail des chevaux qui tirent des fardeaux sur les routes en empierrement ou à barrière de l'Angleterre, et qu'il a trouvé que quatre bons chevaux traînaient une diligence ordinaire remplie de voyageurs à une distance de 12,872 mètres par jour, avec une vitesse de 16,000 mètres à l'heure. Ces chevaux ont besoin de se reposer un jour par semaine. De bons chevaux ne supportent que pendant 5 ans ce travail, où ils n'ont à traîner chacun qu'un poids de 500 kilogr. Des rouliers expérimentés lui ont assuré que les bons chevaux marchaient aisément à raison de 4000 mètres à l'heure, pendant 12 heures sur 24, en parcourant ainsi 48 kilomètres par jour, et que ces chevaux pouvaient soutenir ce travail tous les jours, chaque cheval traînant 1000 kilog., pendant bien des années, pourvu toutefois qu'ils n'aient point été surmenés dans leur jeunesse.

M. Cubitt dit qu'il serait fort à désirer qu'on connût la vitesse avec laquelle il convient d'exécuter tous les genres de travaux. Les propriétaires des entreprises de transports de voyageurs en An-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gleterre calculent qu'avec une vitesse de 16,000 mètres à l'heure, il fallait un cheval par 1600 mètres pour aller et retour, de façon qu'on attelle par autant de chevaux qu'il y a de fois 1600 mètres ou un mille anglais à parcourir entre le point de départ et celui d'arrivée. Or, en supposant qu'une diligence anglaise à 4 chevaux pèse en moyenne et toute chargée 2000 kilogr., c'est 500 kilogr. pour chaque cheval, tandis que pour le roulage, la charge brute s'élève fréquemment à 2000 kilogr. par cheval, en réduisant la vitesse à 4000 mètres, vitesse pour laquelle il pense qu'un parcours de 25 à 26 kilom. par jour est un travail suffisant. Par conséquent dans le roulage on double la distance, et on transporte un poids quatre fois plus fort, c'est à-dire qu'on fait un travail huit fois plus considérable, mais avec des chevaux d'un plus grand poids. La loi qui veut que la quantité de travail fait soit comme le carré ou comme le cube de la vitesse en temps égaux, est bornée au travail exécuté sur les canaux ou aux corps qui se meuvent dans l'eau.

M. Rennie a fait récemment quelques expériences sur la force de traction des chevaux sur les bateaux du canal dit de *Grande-Jonction*; la corde de touage était attachée à un dynamomètre qu'on avait préalablement vérifié par des poids. Le cheval, d'abord pressé un peu au départ, fut ensuite abandonné à son allure ordinaire, qui a été de 4,000 mètres à l'heure sur une moyenne de 32 kilom. La vitesse maxima a été de 6,400 mètres, celle minima de 3,200. Le dynamomètre indiquait une traction moyenne de 49 kilog., qui suffisait pour surmonter la résistance d'une barque chargée de 25 tonneaux, c'est-à-dire que la force n'était que 1/300 de la charge. Le poids du cheval était d'environ 330 kilog. M. Rennie a aussi tenté quelques expériences sur un bateau à grande vitesse; ce bateau avait 21 mètres de longueur, 1m,20 de largeur et tirait 0m,223 d'eau. La traction indiquait par le dynamomètre la résistance suivante :

Avec une vitesse à l'heure de	4000 mèt.,	la résistance a été de	9.kil. 68
	4800		12. 24
	5600		13. 60
	6400		22. 67
	7200		27. 20
	8000		32 à 34

Un seul cheval a été employé à cette première série d'expériences

avec une vitesse à l'heure de	9.600 mèt.;	la résistance a varié de	43kil.65 à 96 30
	11.200.		112.50
	12.800.		151 20
	15.700.		185. »
	16.000.		168.75
	18.000.		176.40
	Moyenne.		148.36

Deux chevaux ont été employés dans cette série d'expériences.

Des jalons fixés près des berges du canal ont servi à indiquer le soulèvement et la dépression de l'eau produite par le passage du bateau. Lorsque le bateau marchait avec une vitesse de 6400 à 9600 mètres à l'heure, l'élévation du flot était de 0m,125 et la dépression aussi à 0m,125, ce qui produisait un flot de 0m,250 de hauteur. Quand la vitesse était portée à 18,000 mètres, l'élévation de l'eau se réduisait à 0m,062 et la dépression aussi à 0m,062, ou à un flot de 0m,124 de hauteur. Il existe du reste de grandes différences dans la force des chevaux, leur poids, leur énergie, et les gros chevaux des brasseurs de Londres rendent un travail égal au chiffre adopté par Boulton et Watt. Mais en considérant la force moyenne des chevaux, M. Cubitt annonce que dans tous les travaux entrepris sous ses ordres, il a adopté le nombre de 3,275 kilog. élevés à 1 mètre en une minute. Dans les calculs, il faut toutefois avoir soin de tenir compte de la nature du travail qui fait varier ce chiffre.

M. Ch. Wood fait remarquer que, dans sa pratique, il a observé que s'il est des cas où il est nécessaire d'imposer aux chevaux le travail indiqué, il a toujours trouvé, quant à lui, qu'il était plus économique de les bien nourrir et de ne pas forcer leur vitesse, le poids traîné et le nombre des heures de travail. Dans des expériences toutes récentes faites par M. Pusey et lord Ducie, il a été démontré que dans des labours une augmentation de vitesse diminuait le travail suivant un rapport bien plus considérable qu'il ne l'était par un accroissement dans la charge. Dans le travail des animaux, leur poids joue certainement un rôle important, mais quand il s'agit de développer une énergie musculaire extraordinaire, il a observé que plus les chevaux se rappro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaient du type pur sang, plus le résultat était considérable.

M. Davidson présente le tableau suivant du travail journalier des chevaux dans une grande brasserie de Londres ; les frais pour nourriture, usure et dépréciation par cheval et par année étant déduits de l'expérience directe de sept années.

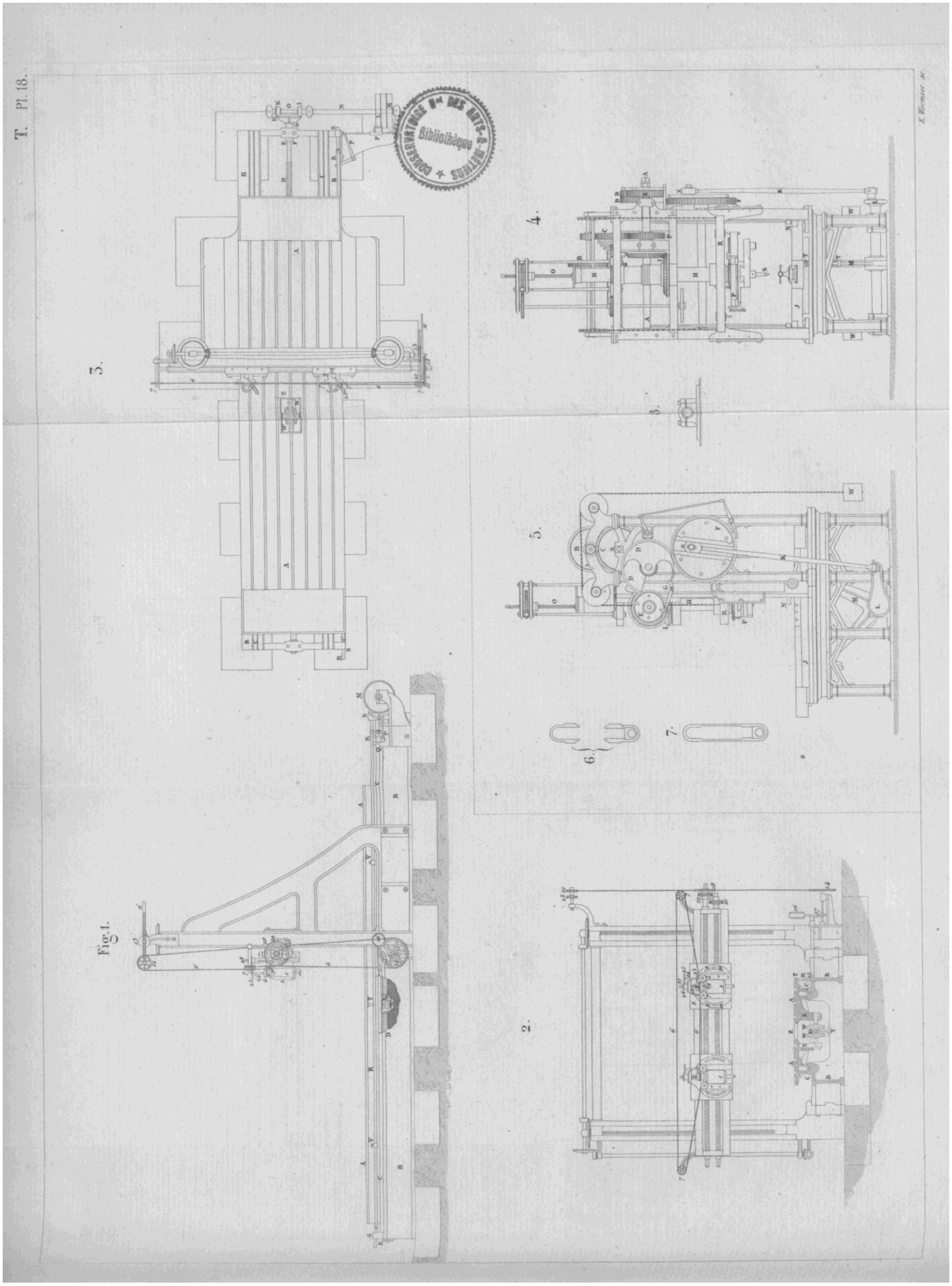
ANNÉES.	POIDS transporté à 10 kilom.,50 par cheval et par jour.	POIDS au retour pour 10 kilom.,50 par jour.	Poids moyen transporté à 21 kilomètres par cheval et par jour.	Frais de nourriture et litière par cheval et par an.	DÉPRÉCIATION par cheval ou différence sur les chevaux achetés et vendus par an.
	kil.	kil.	kil.	fr. cent.	fr. c.
1835	2316	779	1544	1078.20	250.30
1836	2282	768	1525	1095.60	247.50
1837	»	»	»	»	»
1838	2276	764	1520	1047.50	244.65
1839	2379	783	1581	1042.30	233.85
1840	2604	819	1712	1164.45	197.30
1841	2390	787	1588	1125.10	271.10
1842	2368	783	1575	1175.90	260. »
Moyennes des 7 années.	2373	782	1577	1164.15	243.73

M. Beardmore enfin a cité une exploitation de pierre près de Plymouth, qui fournit un élément exact du travail du cheval, d'après des documents qui embrassent déjà un temps assez considérable.

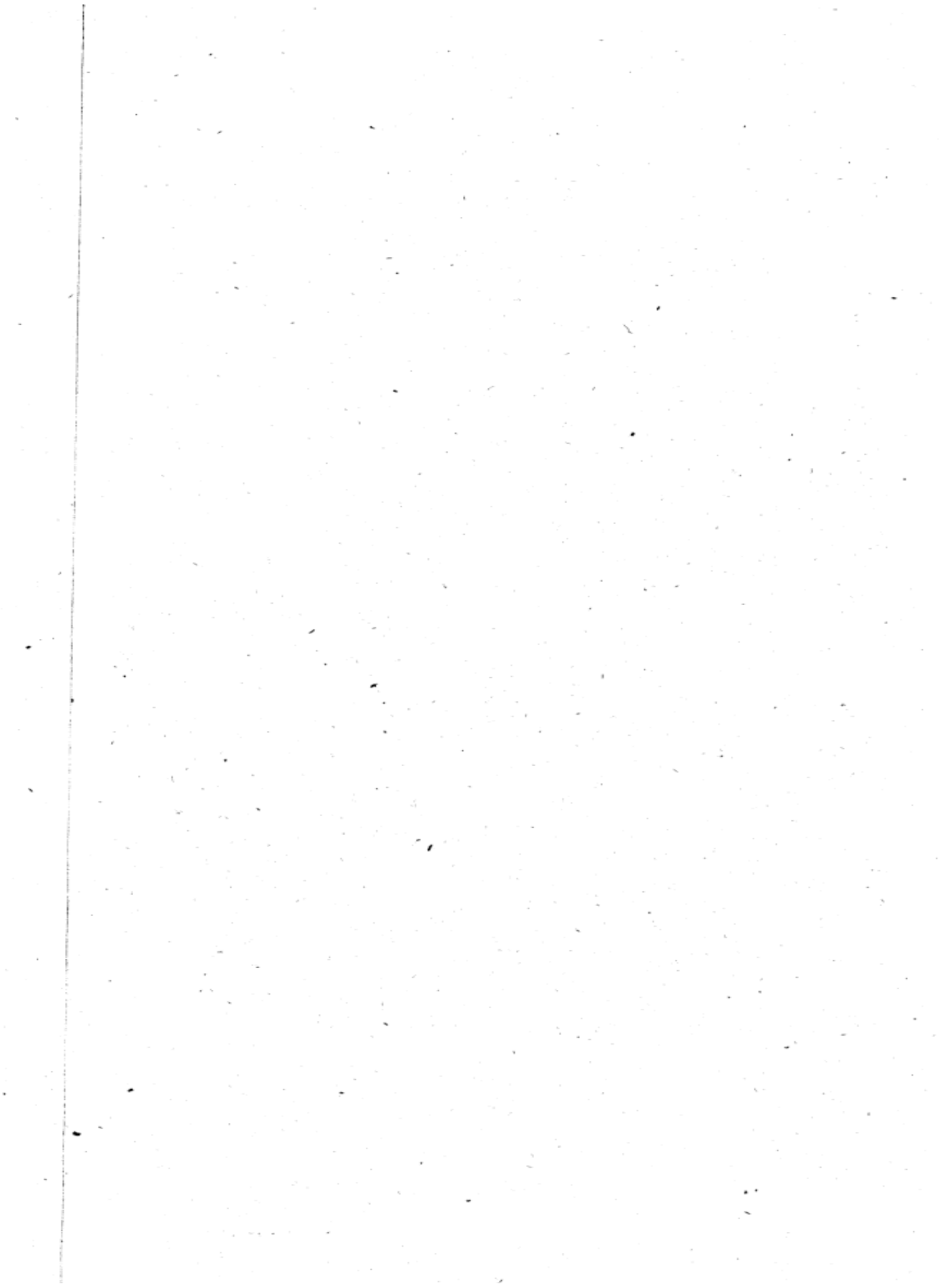
Un wagon de carrière, pesant 2500 kilog., transporte en moyenne une charge de pierres de 5750 kilog., le tout traîné par un seul cheval sur un chemin de fer de 288 mètres de développement, où 78 mètres sont de niveau, et les autres 210 mètres ont une inclinaison de 1 sur 138. Pendant 48 jours le nombre des voyages a été de 1302, ou en moyenne 27.1 voyage par jour. Le temps de chaque voyage est de 4 minutes ou au taux de 4520 mètres à l'heure; le poids total transporté en 1302 voyages, y compris celui des wagons, a été de 10,741,500 kilog.

Des expériences multipliées ont démontré que sur une pente inclinée de 1 sur 138, les wagons avec leur charge ordinaire restaient juste stationnaires ou en équilibre ; le frottement était donc de $1^{kil.},25$ par tonneau. Par le calcul, on a trouvé que chaque cheval élevait 5,851 kilog. à 1 mètre de hauteur en une minute, ou en poids net de pierre de 5234 kilog. à 1 mètre en une minute; cette différence entre le travail exécuté et l'effet utile provient du frottement et de la nécessité de donner beaucoup de force et de poids aux wagons. L'animal employé à ce service est un cheval ordinaire du Devonshire, âgé de 8 ans, de la taille de $1^{m},50$ et pesant 575 kilog.; il a exécuté ce travail pendant tout l'été et est resté en bon état. Un cheval plus léger n'a pu y résister.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Procédé d'étamage et de zincage pour les métaux.

Par MM. Morewood et G. Rogers.

La nouveauté du procédé que nous proposons consiste :

1° A soumettre le métal que nous voulons enduire ou couvrir à une précipitation préalable d'étain, puis ensuite à le faire passer dans un bain de métal en fusion.

2° A faire traverser les feuilles de métal entre des rouleaux dans le métal d'enduit lui-même tenu en fusion dans un vase convenable.

3° A passer ces feuilles sous une barre placée au-dessous du niveau supérieur du métal en fusion.

4° Enfin, dans l'application de l'huile ou des matières grasses en combinaison avec le chloride de zinc et le sel ammoniac, ou l'un d'eux, comme flux sur la surface du métal en fusion, quand on étame avec l'etain ou avec un alliage d'étain et de plomb.

Voici du reste les détails nécessaires pour l'intelligence de ces divers procédés.

Après avoir parfaitement écuré et décapé les surfaces de la feuille de tôle de fer ou autre métal, et l'avoir débarrassée de tout oxide, ou toute impureté par les moyens actuellement connus, en ayant soin toutefois, lorsque les feuilles ne servent pas immédiatement, de les plonger dans une cuve contenant de l'eau, légèrement aiguisée avec de l'acide sulfurique ou chlorhydrique, on procède quand on veut donner au fer une première couche d'étain, ainsi qu'il suit.

On prépare d'abord un sel soluble d'étain, et dans ce cas on doit accorder la préférence au chloride d'étain, qu'on peut fabriquer en versant de l'acide chlorhydrique sur de l'etain dont on a rempli un pot de terre. Après que le métal et l'acide sont restés en contact pendant environ deux jours, la solution est prête à être employée. On prend de cette solution deux ou trois litres par chaque 500 litres d'eau contenus dans une cuve en bois. Dans cet état on projette du zinc granulé ou en petits morceaux dans la cuve, et c'est sur cette grenaille qui va au fond, qu'on dépose dans la liqueur les feuilles ou pièces de fer qu'on veut étamer, en jetant également entre chacune d'elles de la grenaille de zinc, de façon qu'il y ait contact en plusieurs points entre le métal qu'on veut étamer et les morceaux de zinc, en ayant soin toutefois que les feuilles de fer se trouvent exposées autant que possible dans tous leurs points à l'action de la solution.

Si on veut que les feuilles soient entièrement étamées, on jette la grenaille de zinc sur le fond comme précédemment, puis sur cette couche de grenaille on dépose une couche de feuilles ; sur celles-ci une couche de grenaille de zinc, puis une seconde de feuilles jusqu'à ce que la cuve soit suffisamment remplie. La dernière feuille, celle qui est dessus, doit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toujours être entièrement plongée dans la solution.

Lorsque la charge est restée dans la cuve pendant quatre heures, suivant la force et la température de la solution, une température plus élevée et une solution plus concentrée, agissant plus activement et avec plus de rapidité, les feuilles ont en général reçu une couche suffisante d'étain. Si toutefois par suite de négligences ou de manipulations défectueuses, elles ne sont pas suffisamment couvertes, on les enlève de la cuve et on les transporte de suite dans une autre, où on les traite de la même manière que précédemment, ou bien on les plonge dans un tonneau d'eau froide, et lorsqu'on a ajouté une nouvelle dose de dissolution d'étain dans la cuve, on les y replonge en y projetant comme auparavant du zinc en grenaille. Dans le cas où on est obligé de répéter ainsi le procédé, le côté de la feuille qui était en dessus doit dans la seconde immersion être placé en dessous.

Les feuilles ou pièces de métal ainsi préparées, sont alors prêtes pour les opérations subséquentes auxquelles on peut les soumettre, soit immédiatement au sortir de la cuve, soit au bout d'un certain temps en les plongeant en attendant dans un vase de bois, contenant de l'eau légèrement acidulée avec de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique, où on peut les conserver pendant plusieurs jours avant de les soumettre à une opération ultérieure, ou bien en les faisant sécher sur un feu de coke sans qu'elles se piquent de taches de rouille.

Quand on veut obtenir sur des surfaces métalliques un bel enduit avec un autre métal à l'état de fusion, il vaut mieux en supposant que ces surfaces soient en fer, les introduire dans le bain après les avoir préalablement couvertes d'étain, ainsi qu'il vient d'être expliqué plus haut; on peut néanmoins aussi se contenter de décaper les surfaces et de les enduire en les passant entre les rouleaux d'une machine plongée dans le bain qu'on tient dans un état de fluidité convenable, dans un pot particulier.

La machine dont il vient d'être question, consiste en effet en une paire de rouleaux et un rouleau de renvoi placé derrière, établis dans un bain ainsi qu'on le voit dans les figures dont nous donnerons ci-après l'explication. Les rouleaux qui forment cette paire tournent dans des directions contraires, de façon que quand on introduit une feuille entre eux, elle est portée en avant par leur révolution et touche sur le rouleau de renvoi placé aussi près qu'il est possible de la paire circulante. Là elle se trouve infléchie de telle façon que son extrémité vient sortir à la surface du bain de métal en fusion. Aussitôt que cette extrémité apparaît, on s'en saisit avec des pinces, de manière que quand la feuille quitte les rouleaux, son mouvement de translation puisse être continuée par la personne chargée du soin de la machine. Si les rouleaux sont placés trop près des parois du pot dans lequel ils sont introduits, les feuilles seront trop courbes et ne pourront être enlevées avec facilité. Cet inconvénient peut disparaître en diminuant l'angle fait par la feuille avec le plan de l'horizon lorsqu'elle entre dans l'espace entre les cylindres, ce qu'on fait en soulevant les portions latérales du bâti des rouleaux placées sur les parois du pot où les feuilles sont plongées, suivant l'angle qu'on juge le plus convenable, ou bien on peut y remédier en éloignant ces rouleaux des parois de ce pot avant d'y introduire les feuilles.

Il est indispensable également qu'il y ait un espace suffisant du côté des rouleaux où les feuilles sortent et le bord postérieur du pot, autrement les feuilles en sortiraient trop courbes et éraillées, ou écorchées par les bords de ce vase. Les rouleaux et autres pièces, ou parties mécaniques, doivent aussi être disposés de telle façon qu'il y ait suffisamment d'espace pour travailler aisément, ce qui s'applique en particulier aux coussinets et tourillons des rouleaux, ainsi qu'aux engrenages, et si on travaille dans du zinc fondu, il faut veiller à ce que ces rouleaux ne restent jamais en repos dans le métal fluide. En conséquence on les enlève du bain quand on cesse de travailler, et on continue à les faire tourner, tant que le métal qui adhère encore conserve son état de fluidité.

On fait les rouleaux en fer forgé, surtout si on se sert du zinc fondu, attendu que ce dernier métal exerce un action moins puissante sur le fer que sur la fonte. Pendant le travail on recouvre la surface du bain avec un flux convenable, et qui dépend comme de raison du métal en fusion.

La fig. 1, pl. 54, représente en plan, un pot avec le mécanisme qui en dépend.

La fig. 2 est une coupe suivant la longueur de ce même pot.

La fig. 3 une coupe transversale.

La fig. 4 fait voir sous deux aspects différents le mécanisme à l'aide duquel on imprime le mouvement aux rouleaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AA sont des vis qui servent à élever ou à baisser les coussinets dans lesquels fonctionnent les tourillons des rouleaux accouplés et du rouleau de renvoi. B est le coussinet dans lequel tourne le rouleau inférieur, et qui n'est pas attaché à la vis, mais assujetti dans la partie basse du bâti; C le coussinet du tourillon du rouleau supérieur attaché à la vis, qui l'élève et l'abaisse pour rendre l'ouverture entre le rouleau supérieur et celui inférieur plus large ou plus étroite, suivant l'épaisseur des feuilles ou autres pièces qu'on y introduit; D le coussinet du rouleau de renvoi qui est également attaché à l'une des vis, et que celle-ci élève ou abaisse, afin que les feuilles qui viennent s'appuyer dessus, après avoir quitté les rouleaux accouplés, prennent plus ou moins de courbure; EE les roues dentées des rouleaux supérieur et inférieur; le mouvement du rouleau inférieur étant communiqué au supérieur par l'entremise de cet engrenage; G, une autre roue dentée porté par l'arbre moteur; H une roue intermédiaire, qui a pour objet de communiquer le mouvement de l'arbre moteur à la roue dentée inférieure; I une roue attachée au rouleau inférieur, et lui transmettant le mouvement que cette roue reçoit de la roue moyenne H.

L'arbre moteur K reçoit son mouvement d'une machine ou autre organe, par l'entremise d'une courroie agissant sur le tambour L, qui fait tourner l'axe M, lequel porte la vis sans fin N, qui engrène et fait marcher la roue O, qui porte l'arbre K. Cet arbre est composé de deux parties, assemblées par un joint universel, afin de permettre quelques variations dans la position de la roue dentée qu'il porte, et qui transmet le mouvement aux rouleaux.

Au lieu d'employer deux rouleaux, ainsi qu'il a été dit, on peut ne se servir que d'un seul ou même d'une simple barre pour faire immerger les feuilles dans le métal en fusion.

La fig. 5 présente en plan, un pot avec l'appareil simple pour cet objet

La fig. 6 en est une section longitudinale.

La fig. 7 une coupe transverse.

P, est un rouleau ou tout simplement une barre, sous laquelle les feuilles de métal doivent passer. Q,Q des guides pour soulever ces feuilles et les faire ressortir du pot, afin qu'un ouvrier puisse les saisir avec des pinces au sortir du bain, et à mesure que celui qui les a introduites les pousse.

Lors de l'étamage à l'étain ou avec alliage d'étain et de plomb, nous couvrons souvent notre bain métallique avec de l'huile ou des matières grasses qui conviennent fort bien pour les fers-blancs, mais nous les combinons avec le chloride de zinc et le sel ammoniac, ou l'une de ces matières, et préférons cette combinaison à tout autre flux. On se sert pour cela de deux parties d'huile ou de suif, en poids, pour deux parties de chloride de zinc, et une partie de sel ammoniac.

Avant de passer les feuilles de fer dans le bain métallique qui doit les recouvrir, nous avons aussi découvert qu'il y avait beaucoup d'avantage à plonger ces feuilles dans l'eau pure, et à les introduire encore humides dans le métal fondu. On peut, si on veut, aiguiser légèrement l'eau avec de l'acide sulfurique ou chlorhydrique, seulement il faut avoir soin de ne pas mettre les feuilles trop mouillées dans le bain, et de ne pas les laisser auparavant exposées assez de temps à l'air pour qu'elles s'oxident ou se piquent de rouille.

Enfin, on peut étamer en jetant dans la cuve, de la grenaille d'étain au lieu de zinc, mais ce dernier métal vaut mieux avec le fer, parce que l'étamage s'opère plus aisément, et que les rapports électriques entre l'étain et le fer étant faibles, l'opération marche avec trop de lenteur.

Observations pratiques sur les divers modes de préparation du protoxide de chrôme.

Par M. C.-H. Binder.

L'emploi de ce produit, dans la fabrication de la porcelaine, de la faïence, des grès fins et du verre, a pris dans ces derniers temps un développement si considérable, qu'il est de la plus haute importance pour ces diverses branches d'industrie que les fabriques où l'on en fait une grande consommation puissent le préparer elles-mêmes de la manière la plus simple et la plus économique possible.

Les divers procédés au moyen desquels on prépare ce produit ne seront rappelés ici qu'en peu de mots, quoiqu'ils arrivent assez sûrement au but, parce que la plupart présentent des manipulations trop compliquées ou trop dispendieuses pour le fabricant et pour pouvoir être employées dans les applications techniques de la chimie.

Le plus ancien procédé est, suivant M. Thénard, celui dans lequel on fait usage de chromate de protoxide de mer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cure. On prépare une dissolution aussi neutre qu'il est possible de mercure dans l'acide nitrique, on l'étend d'eau, puis on verse une dissolution également étendue (6° à 8° Baumé) de chromate neutre de potasse tant qu'il se forme un précipité. Ce précipité, qui est rouge orangé, ayant été bien lavé est porté au rouge dans une cornue, et le mercure qui s'évapore est reçu sous l'eau, afin que ses vapeurs qui sont très-dangereuses à respirer ne se répandent pas dans l'atelier.

Il reste dans la cornue un protoxide de chrôme plus ou moins vert foncé, quelquefois virant au brun qui est fort estimé dans la peinture sur porcelaine, attendu qu'on l'emploie avec succès pour recharger les verts clairs et qu'il possède beaucoup de feu.

Si on porte à la chaleur rouge, savoir :

1 kilog. de chromate simple de potasse.
1,5 — de sel ammoniac.

ou bien :

1 kilog. de chromate double de potasse.
1,5 — de sel ammoniac.
1 — de potasse.

dans un creuset en terre jusqu'à ce qu'il y ait décomposition, on obtient ainsi un beau protoxide vert qui convient aussi bien à la peinture à l'huile qu'à celle sur porcelaine. 100 parties des mélanges ci-dessus fournissent 30 à 35 pour le premier, et 45 pour le second de protoxide de chrôme.

Quand on fait rougir un sesqui-chlorure de chrôme qu'on prépare de la manière la plus facile en dissolvant de l'hydrate d'oxide de chrôme dans de l'acide chlorhydrique, et qu'on évapore jusqu'à siccité la solution verte qui donne une poudre rose très-fine, on obtient de même un vert d'une beauté remarquable; mais cette méthode est beaucoup trop dispendieuse.

La methode que M. Frick a fait connaître, était certainement parmi les moyens connus il y a peu de temps celui qui fournissait les résultats les plus avantageux, surtout pour les manufactures où l'on fabrique en grand du chromate de potasse. Pour le mettre a exécution, on fait bouillir les solutions qu'on a obtenues par la décomposition du minerai ferreux de chrôme au moyen du nitrate de potasse, avec des fleurs de soufre jusqu'à ce qu'il ne se dépose plus de protoxide de chrôme. Le précipité ainsi obtenu est lavé avec beaucoup de soin, dissous dans l'acide sulfurique étendu, séparé par le filtre du soufre qu'il peut encore contenir, précipité par le carbonate de soude, lavé, séché et calciné. 100 parties de minerai de Suède fournissent 25 à 26 de protoxide de chrôme.

M. Berthier calcine du chromate de potasse avec du noir de fumée, lave pour sécher le carbonate de potasse qui s'est formé et calcine de nouveau. Le procédé de ce chimiste fournit un beau vert, mais un peu rembruni, et comme il n'a donné aucune proportion, j'ai fait une série de recherches, tant avec le charbon qu'avec le sucre et le tartre brut. Avec le charbon j'ai toujours obtenu des teintes foncées, et trouvé que le rapport de 4 parties de chromate double de potasse pour 3/4 partie de noir de fumée qu'on a préalablement humecté avec de l'alcool et mélangé au chromate pulvérisé finement, étaient les proportions les plus avantageuses; j'ai obtenu 45 pour 0/0 de protoxide de chrôme. Le sucre ne m'en a pas fourni davantage, mais le tartre dans le rapport de 4 parties de chromate de potasse pour 3/4 partie de tartre, en a fourni 46 à 48, et même une fois 50 p. 0/0, et les nuances obtenues étaient infiniment plus belles et plus pures que par le procédé de M. Berthier.

Si on mélange parties égales de chromate de potasse et de fleurs de soufre et qu'on enflamme le mélange avec un charbon ardent, il en résulte une combustion lente (le chromate de potasse agit ici comme le ferait le salpêtre), après laquelle on lave le résidu jusqu'à ce qu'il n'y ait plus la moindre trace d'acide sulfurique et de sulfure de potassium, et on calcine. Le protoxide obtenu est vert grisâtre, et on n'obtient ainsi que 38 à 40 p. 0/0.

M. Barian, de Prague, est le premier qui ait attiré l'attention, dans une petite brochure, sur l'emploi de la fécule de pomme de terre comme moyen de réduction. J'ai soumis ce procédé à des épreuves soignées, et je suis convaincu que c'est le plus simple et le meilleur qu'on puisse mettre en usage, attendu qu'il fournit un produit qui est constamment le même, et que le résultat pratique se rapproche très-près du calcul qui indique 52 à 53 p. 0/0.

Pour mettre ce procédé à exécution, on prend :

4 parties de chromate double de potasse,
1 partie de fécule de pomme de terre:

on mélange intimement et calcine jusqu'à ce qu'il y ait décomposition complète. Une calcination trop prolongée ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit aucun effet nuisible, et dans les cristalleries ou peut l'opérer dans les fours à calciner la litharge, ce qui épargne le combustible.

La masse qu'on obtient ainsi est délayée dans l'eau, lavée avec soin pour la débarrasser du carbonate de potasse qui s'est formé, ainsi que d'une petite quantité de chromate de potasse qui a échappé à la décomposition ; on filtre, on fait sécher, on calcine légèrement pour chasser l'eau hygroscopique qui reste encore, et on obtient aussi 50, et même j'ai obtenu une fois 52 p. 0/0 d'un protoxide parfaitement beau.

Les manufactures de porcelaine dans lesquelles les frais de combustible pour de semblables opérations peuvent être considérés comme nuls, et où le travail qui est presque insignifiant doit être regardé comme une chose secondaire, peuvent, en Allemagne, obtenir ce produit à raison de 5 à 6 fr. le kilog.; ce vert est extrêmement fin et s'étend très-aisément au pinceau.

Nous avons supposé, dans les doses indiquées ci-dessus, qu'on operait toujours sur un chromate double (rouge) de potasse ; toutefois, comme on rencontre dans le commerce des chromates sophistiqués par les sulfates, on fera bien, dans tous les cas, de s'assurer de la pureté de ce produit ; pour cela on prendra :

100 grammes de chromate de potasse.
150 grammes d'acide tartrique.

On fera bouillir jusqu'à ce que l'effervescence ait cessé, puis on etendra d'eau et ajoutera du chlorhydrate de baryte. S'il se produit un trouble plus ou moins considérable, qu'une addition d'acide nitrique affaibli ne fait pas disparaître, il y a présence d'un sulfate dont on peut déterminer les proportions par la quantité de sulfate de baryte qu'on a obtenue.

Au moyen d'une addition de nitrate d'argent, on détermine la proportion de chrôme métallique que fournit un précipité insoluble dans l'acide nitrique et qui noircit aux rayons solaires. Ce mode d'essai des sels de chrôme doit être recommandé également aux fabricants d'objets en coton et aux teinturiers ; il est simple et fournit un résultat certain.

En terminant, je demanderai la permission aux fabricants de porcelaine, de faïence, de grès fin, d'appeler leur attention sur un moyen de remédier à un inconvenient qu'ils redoutent beaucoup et qui consiste à voir couler ou au moins devenir jaunes sur les bords les articles principalement qui sont peints sous couverte, ce qui a lieu lorsque celle-ci est très-riche en plomb ; ce moyen est bien facile et consiste tout simplement à mélanger au protoxide de chrôme un peu d'alumine précipitée de l'alun. Comme cette terre est alors dans un grand état de ténuité, il est aussi facile de l'étendre au pinceau que le protoxide ; seulement un mélange parfaitement intime par voie humide des deux substances est une condition de rigueur.

Essai des Manganèses par le sulfate de fer.

Par M. le doct. J. F. Otto.

La valeur des magnanèses est exactement proportionnelle à la quantité de chlore qu'ils dégagent quand on les traite par l'acide chlorhydrique, et cette quantité de chlore peut être dosée par la quantité de sulfate de protoxide de fer que ce manganèse peut porter à un plus haut degré d'oxidation.

545,9 parties ou 1 équivalent de peroxide de manganèse peuvent dégager 442,6 parties ou 1 équivalent de chlore, et celui-ci peut, par la décomposition de l'eau, transformer 5,456 ou 2 équivalents de sulfate de protoxide de fer cristallisé en sulfate de peroxide.

Il en résulte que 50 centigrammes de peroxide dégagent le chlore nécessaire pour porter à un degré plus élevé d'oxidation 317 centigrammes de vitriol de fer ou, plus exactement, 316,5.

D'après cela, voici comment on procède aux épreuves.

On prend 50 centigrammes du manganèse qu'on veut essayer, et 317 centigrammes de sulfate de protoxide de fer qu'on prépare comme il a été dit dans un article précédent. (Voir *le Technologiste*, IV^e^ année, p. 437) On dépose le manganèse dans un matras et on verse dessus environ 10 grammes d'acide hydrochlorique concentré et 5 grammes d'eau; alors on ajoute le sulfate qu'on a pesé, d'abord par fortes portions, puis successivement par portions plus petites, jusqu'à ce qu'une épreuve qu'on enlève avec une baguette de verre dans la liqueur à laquelle on applique vers la fin un peu de chaleur, et qu'on pose sur quelques gouttes d'une solution de ferro-cyanure de potassium qui ont été aspergées sur une soucoupe, commence à donner un précipité bleu et n'ait plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'odeur de chlore, ce qui dénote qu'il y a présence d'un petit excès de vitriol. En pesant ensuite ce qui reste de sulfate, on connaît la quantité qui a été employée et qu'on désignera par v.

Si le manganèse employé eût consisté en peroxide pur, il aurait fallu employer 317 centigrammes, ce qui indiquerait, d'après ce qui a été dit plus haut, 100 p. 100 de peroxide; mais si le manganèse ne consiste qu'en partie en peroxide, il devra avoir consommé proportionnellement moins de sulfate de fer, et on obtiendra sa richesse en peroxide en posant la proportion

$$317 : 100 :: v : x.$$

Supposons, par exemple, qu'on n'ait employé dans l'essai que 298 centigrammes de sulfate de fer, il résulterait que le manganèse essayé ne renfermerait que 94 p. 100 de peroxide, car

$$317 : 100 :: 298 : 94.$$

ou, ce qui est la même chose, 100 parties du manganèse essayé renfermeraient autant d'oxigène disponible qu'il y en a dans 94 parties de peroxide pur.

Du reste, pour connaître le titre en centièmes du manganèse en peroxide, on n'a qu'à multiplier le nombre des centigrammes de vitriol qui ont été employés par le nombre 0,315. Ainsi dans le cas cité où $298 \times 0{,}315 = 94$.

On calcule avec la même facilité la quantité en centièmes de chlore que le manganèse essayé est capable de dégager en multipliant le chiffre qui indique le nombre de centigrammes de sulfate de fer employés par 0,2588. C'est ainsi que le manganèse dont il vient d'être question devait pouvoir dégager $298 \times 0{,}2588 = 77$ p. 100 de chlore.

Afin de rendre les calculs plus faciles, on a dressé un tableau qui indique, suivant le nombre de centigrammes du sulfate employés, la richesse en centièmes du peroxide de manganèse, ainsi que celle du chlore correspondant; en supposant qu'on ait employé 50 centigrammes de manganèse et 317 centigrammes de sulfate de fer dans les essais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Poids du sulfate de fer restant en centigrammes	Poids du sulfate de fer employé en centigrammes.	Quantité correspondante en centièmes de peroxide pur contenu dans le manganèse.	Quantité en centigrammes de chlore qu'il pourra dégager.	Poids du sulfate de fer restant en centigrammes.	Poids du sulfate de fer employé en centigrammes.	Quantité correspondante en centièmes de peroxide pur contenu dans le manganèse.	Quantité en centigrammes de chlore qu'il pourra dégager.
0	317	100	82.0	98	219	69	56.5
3	314	99	81.0	101	216	68	55.7
6	311	98	80.5	104	213	67	55.0
9	308	97	79.5	107	210	66	54.1
12	305	96	78.7	110	207	65	53.3
15	302	95	78.0	114	203	64	52.5
18	299	94	77.0	117	200	63	51.6
22	295	93	76.2	120	19	62	50.8
25	292	92	75.5	123	194	61	50.0
28	289	91	74.6	127	190	60	49 2
31	286	00	73.8	130	187	59	48.3
34	283	89	73.0	133	184	58	47.5
38	279	88	72.2	136	181	57	46.7
41	276	87	71.3	139	178	56	45.9
44	273	86	70.5	142	175	55	45.1
47	270	85	69.7	146	171	54	44.2
50	267	84	68.8	149	168	53	43.4
53	264	83	68.0	152	165	52	42.6
57	260	82	67.2	155	162	51	41.8
60	257	81	66.4	158	159	50	41.0
63	254	80	65.6	161	156	49	40.2
66	251	79	64.8	164	153	48	39.3
69	248	78	64.0	167	150	47	38.5
73	244	77	63.2	171	146	46	37.7
76	241	76	62.4	174	143	45	36.9
79	238	75	61.5	177	140	44	36.0
82	235	74	60,7	181	136	43	35.2
85	232	73	59.8	184	133	42	34.4
89	228	72	59.0	187	130	41	33.5
92	224	71	58.2	190	127	40	32.8
95	225	70	57.4				

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi que nous l'avons dit, on se sert avantageusement pour ces essais de manganèse du sulfate de fer précipité par l'alcool, préparé comme on a indiqué dans un article précédent; mais il faut qu'il soit reste suffisamment exposé à l'air pour qu'il n'ait plus la moindre odeur d'alcool. Quand le manganèse est pulvérisé très-fin, la désoxidation et la dissolution par le sulfate de fer a lieu promptement à froid ; quand il est plus gros, l'opération est un peu plus longue, mais est facilitée par l'application d'une légère chaleur. L'essai, à cause de la dissolution qui a lieu, n'exige pas une attention bien soutenue. Tant que la liqueur paraît noire à cause du peroxide en poudre qu'elle renferme, il faut ajouter hardiment du sulfate de fer, et c'est seulement lorsqu'elle commence à pâlir qu'on doit agir avec plus de précaution. Le ferro-cyanure rouge doit être, comme pour les essais chlorométriques, parfaitement exempt de ferro-cyanure jaune.

Les meilleures manganèses que j'ai eu l'occasion d'essayer m'ont donné une richesse de 89 à 92 p. 100 en peroxide. On sait du reste que la couleur de la poudre est un moyen qu'il ne faut pas negliger pour juger préalablement de la qualité des manganèses.

Vernis sans plomb pour les poteries.

Par MM. Hardtmuth frères de Vienne en Autriche.

MM. Hardtmuth frères, fabricants à Vienne en Autriche, produisent de belles poteries couvertes d'un vernis sans plomb très-brillant et très-solide qui ne paraît pas augmenter beaucoup le prix des ustensiles, et, sous ce rapport, mérite des encouragements. Voici les documents que ces fabricants ont communiqué eux-mêmes sur ce sujet à la Société industrielle du grand-duché de Hesse.

Les matières employées pour ce vernis sont le borax, le feldspath et l'argile réfractaire.

Le *traitement* de ces matières, avant qu'elles soient propres à entrer dans les mélanges, est le suivant. Le borax, tel qu'on le rencontre dans le commerce, est concassé, menu et tamisé. Le feldspath à l'état brut, et sans avoir égard à sa pureté ou à sa blancheur, est lavé sunplement dans l'eau puis calciné au feu le plus vif d'un four à poterie, et enfin finement pulvérisé. L'argile réfractaire est passé à un tamis fin, puis au feu, de manière à prendre une couleur rouge.

Mélange. On prend 50 kilogr. de borax, 25 kilogr. de feldspath et 25 kilogr. d'argile, préparés comme il a été dit précédemment, et on les mélange soigneusement dans un vase approprié à cet usage, de manière que les caractères individuels de chacun de ces matériaux ait disparu. Pendant ce temps on prépare plusieurs gazettes de l'argile la plus apire et on les enduit à l'intérieur, sur une épaisseur de 12 à 14 millimètres, de silice finement pulvérisée qu'on a fait rougir préalablement pour faciliter cette pulvérisation et qu'on a réduite ensuite en une épaisse bouillie, afin que le mélange qu'on va mettre en fusion n'adhère pas aux parois et puisse en être enlevé. Les gazettes ayant été chargées sont exposées au feu le plus violent du four, où la masse se transforme en une frite ou culot vitreux.

Immersion. La couverte est délayée dans de l'eau pour en former une liqueur marquant 40° à l'aréomètre de Baumé. On est libre toutefois de faire varier ce degré suivant qu'on veut cuire les vases à une chaleur plus ou moins élevée, et, par conséquent, de plonger moins ou plus. Cette opération, du reste, se fait dans ce cas comme partout et n'a pas besoin d'être décrite.

Cuisson. Les procédés pratiques de l'enfournement et de la cuisson des poteries sont connus de tous les établissements où l'on fabrique, seulement il est bon de faire remarquer ici que le degre de feu qu'il convient d'employer avec ce vernis, aussi bien que la durée de la cuisson, doivent être celles des établissements où l'on fabrique de bonnes poteries bien cuites, mais à couvertes de plomb et non pas de ceux où, pour épargner le bois, on ne donne qu'une cuisson imparfaite qui augmente encore le danger que présentent déjà ces ustensiles. Quoique le prix de revient de ce vernis soit sensiblement plus élevé que celui au plomb, cependant les inventeurs assurent, et une commission s'en est assuree, que la différence pour un pot de la contenance environ d'un litre et demi ne s'élève pas à 3 centimes.

La Société industrielle du grand-duché de Hesse ayant nommé une commission pour procéder à des expériences sur ce vernis, voici un extrait du rapport qu'on a adressé à ce sujet à la Société.

« Nous avons fait tous nos efforts pour trouver des matériaux au plus haut degré de pureté possible, afin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de répéter le procédé qui nous avait été communiqué; mais, comme on se procure difficilement du feldspath pur de Bohême à Darmstadt, et probablement aussi dans beaucoup d'autres localités, nous avons résolu de faire nos essais avec des mélanges dont le prix serait à peu près le même que celui au feldspath, et avons choisi en conséquence la composition suivante: 100 parties de borax, 20 parties d'argile à potier ordinaire, 22 parties de sable blanc de Ueberau et 12 parties de potasse du commerce.

» On a fait deux mélanges, savoir : le n. 1 d'après la composition indiquée par MM. Hardtmuth, et le n. 2 d'après celle dont il vient d'être question, puis on a fritté bien également. Le n. 2 s'est vitrifié mieux que le n. 1, et notre mélange nous a paru un peu plus facile à fondre que l'autre. Les deux frittes ont ensuite été l'une après l'autre passées au moulin, finement pulvérisées, délayées également dans l'eau, puis on a plongé, ainsi qu'il a été prescrit, les vases déjà dégourdis, et enfin on a fait cuire au four à potier avec les autres vases ordinaires.

» Les deux mélanges ont fourni un beau vernis très-solide de couleur jaune rougeâtre pâle qui ne présentait presque aucune différence.

» Il est rare que dans la plupart des cas le vernis n'acquière pas la belle couleur dont il vient d'être question, nous avons donc pris la résolution de faire un nouvel essai avec un feldspath moins pur, savoir celui que les minéralogistes allemands appellent *Feldstein* et qu'on rencontre très-communément dans les gisements de porphyre de Darmstadt et autres lieux, et qu'il est très-facile de se procurer. Nous avons fait choix d'échantillons de ce feldstein d'une couleur claire, c'est-à-dire ne renfermant pas une trop grande quantité de fer et de manganèse, et nous en avons composé, à cause de son abondante proportion en silice, le mélange suivant : 100 parties de borax, 50 de feldstein, 50 d'argile figuline et 4 de soude calcinée. Avec ce mélange n. 3 qu'on a appliqué comme précédemment, on a obtenu un vernis parfait, mais dont la couleur, brun-grisâtre, était très-inférieure à celle des deux autres mélanges et d'ailleurs d'une fusion plus difficile, défaut qui, du reste, était facile à éviter par une plus grande proportion de soude.

» Ces expériences ont suffisamment démontré que la recette de Vienne, ainsi que celle que nous en avons déduite, où on évite l'emploi du feldspath, fournissent des vernis qui peuvent parfaitement bien soutenir la comparaison avec les vernis ordinaires au plomb des potiers, sous le rapport de la durée et de l'imperméabilité aux liquides, mais elles font regretter d'un autre côté que leur prix, même en faisant abstraction du prix élevé du borax qui en est le principal ingrédient, ne devienne trop élevé, parce que les matériaux doivent en être frittés, puis passés au moulin, délayés dans l'eau et appliqués sur des vases déjà cuits en biscuit, tandis que le vernis au plomb des potiers, qui, comme on sait, consiste à volume égal de litharge, de sable ou d'argile sableuse, qu'on mélange au moulin, délayé dans l'eau et porté sur les vases simplement séchés à l'air, épargne le combustible qu'on emploierait pour la fritte et la cuisson du biscuit. Dans tous les cas, il nous semble, ce que du reste l'expérience en grand a déjà démontré, que les vases à vernis soluble et sans plomb, doivent revenir à un prix à peu près double de celui des produits ordinaires du même genre qui sortent du four des potiers. »

M. Schneider fils, fabricant de poteries à Mayence, a également fait, depuis peu, devant la Société industrielle du grand duché de Hesse, un rapport avantageux sur les poteries à vernis sans plomb que MM. Hardtmuth ont envoyées à l'exposition des produits de l'industrie qui a eu lieu dernièrement dans cette ville, et a de même signalé leur prix comme un obstacle à leur propagation; il a saisi cette occasion pour entretenir la société des résultats d'expériences qu'il a faites sur un procédé que lui a communiqué M. Bernagoud, de Mayence, et qui a pour but d'obtenir sans borax et à un prix très-modéré un vernis exempt de métal.

Le mélange dont on fait usage pour cela consiste en 100 parties de silice (sable lavé du Rhin), 80 parties de potasse purifiée, 10 parties de salpêtre et 20 parties de chaux caustique et cuite et réduite en farine par un peu d'eau. Ces ingrédients sont mélangés, puis frittés dans un creuset ou un four à reverbère, jusqu'à ce que la masse coule tranquille. Il faut pendant la fusion la brasser à plusieurs reprises, parce que dans le commencement elle se tuméfie beaucoup par le dégagement de l'acide carbonique de la potasse. La masse fondue est versée sur une plaque propre en fer et réduite en poudre fine après le refroidissement. Les vases sont d'abord passés légèrement au four, ensuite plongés pendant quelque temps dans l'eau, puis on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

y applique le vernis qu'on y tamise aussi également qu'il est possible. On laisse alors ces vases à l'air et on cuit le vernis à la manière ordinaire dans le four à poteries.

Ce vernis résiste aux acides presque aussi bien que le verre ordinaire; on peut, par des additions de smalt ou autres oxides métalliques, le colorer à volonté.

M. Schneider a aussi annoncé que M. Fuchs, de Munich, avait recommandé son verre soluble comme un vernis pour les poteries, et de plonger les vases d'abord dans la solution de ce verre et ensuite de les couvrir de sa poussière à l'état sec. La liqueur, suivant lui, pénètre dans les pores de la matière et en augmente sa consistance. M. Bernagoud a, d'après les indications de M. Schneider, fait des applications de ce verre soluble, mais loin de trouver une augmentation dans la consistance, il a remarqué que plus tard la potasse s'effleurissait, et par conséquent que ce verre soluble n'était pas propre à cet objet.

M. Schneider a dit en terminant qu'il avait également fait des essais sur la préparation du vernis sans plomb au moyen des laitiers des hauts-fourneaux, et qu'il avait remarqué que le vernis ne fondait qu'à la chaleur où l'argile commence à s'affaisser sur elle-même, et que sur dix argiles il n'y en avait peut-être qu'une seule qui pût recevoir cette application. Or, comme une cuisson à une haute température enlève aux vases la propriété de résister aux alternatives de température, et que dans ce cas ils se brisent avec facilité, on concevra que le vernis au laitier n'est nullement propre à satisfaire à la condition d'un bon vernis sans plomb applicable aux cas ordinaires.

Ce résultat s'accorde, au moins, sous le point de vue général avec ceux que M. Gœrtler a exposés depuis peu devant la Société industrielle de Darmstadt.

Note sur la préparation de l'éther.

Par M. G. Fownes.

Les belles expériences de M. Mitscherlich sur la conversion indéfinie de l'alcool en éther par une même quantité d'acide sulfurique, semblent indiquer la possibilité d'opérer un grand perfectionnement dans la production économique de cette importante substance. On sait, en effet, que dans l'ancien procédé suivant lequel on soumet à la distillation des poids égaux d'acide et d'alcool, une grande proportion de cet alcool échappe à l'éthérification, au commencement de l'opération d'une part à cause du point d'ébullition peu élevé du mélange, et de l'autre parce qu'il détruit une portion considérable d'esprit vers la fin de l'opération, par l'excès de la chaleur. Les limites de la température entre lesquelles l'éther peut se produire en abondance sont, comme on le sait, restreintes et renfermées peut-être entre 140 et 160 degrés centigrades.

Dans l'opération continue qui a été décrite par M. Mitscherlich, on fait un mélange d'alcool et d'acide sulfurique qu'on combine de façon que son point d'ébullition tombe dans les limites de la production de l'éther, puis dans ce mélange, entretenu dans un état rapide d'ébullition, on fait couler de l'alcool en quantité suffisante pour remplacer le liquide qui a distillé et qui paraît consister en un mélange d'éther et d'eau avec une très-faible quantité d'alcool non altéré. Tant qu'on maintient convenablement la température du mélange, en réglant le feu et l'afflux de l'alcool, les produits distillés ne varient pas et l'opération elle-même peut être dite continue, jusqu'au moment où l'acide sulfurique a été détruit peu à peu par les impuretés de l'alcool ou a disparu par la volatilisation.

Dans cette expérience de M. Mitscherlich on s'est servi d'alcool absolu, mais dans la fabrication manufacturière de l'éther, la chose serait impossible. J'ai donc eu l'idée d'essayer expérimentalement jusqu'à quel point le procédé pourrait être praticable si on substituait à cet alcool absolu de l'esprit-de-vin ou alcool rectifié ordinaire. Je savais très-bien que dans ce cas, M. Liebig avait annoncé que l'éthérification ne tardait pas à s'arrêter par l'accumulation de l'eau introduite avec l'alcool, que cette eau abaissant graduellement le point d'ébullition du mélange au-dessous de la température à laquelle l'éther se forme, point qu'on atteint quand la quantité d'alcool employé s'élève à quatre fois le poids de l'acide sulfurique; mais comme il me paraissait difficile d'expliquer pourquoi les choses se passeraient ainsi, si on faisait attention au maintien de la température du liquide en ébullition, température qu'il me paraissait facile de régler de manière à maintenir l'acide constamment au même point de concentration sous le rapport de l'eau, je n'ai pu m'arrêter à cette objection.

J'ai fait un mélange de 180 grammes d'acide sulfurique concentré et de 112 grammes d'alcool rectifié du poids spécifique de 0.836 à 15° C., et j'ai intro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duit le mélange dans un flacon à large ouverture sur laquelle on a ajusté un bouchon percé de trois trous, destinés à recevoir le premier un thermomètre, le second un tube étroit en communication avec un réservoir d'alcool de la même densité que celle ci-dessus indiquée, et le troisième un gros tube servant à livrer passage aux vapeurs passant au condenseur, qui consistait en un serpentin ordinaire en métal plongé dans un bain d'eau froide. Ces dispositions terminées, on a placé un bec d'Argand sous le flacon et on a fait bouillir le mélange qu'il renfermait. Le thermomètre a promptement monté à 150° C., et arrivé en ce point, on a fait arriver un léger filet d'alcool qui s'est mélangé au liquide, et qu'on a réglé de façon telle que la quantité qui s'écoulait fût suffisante pour ne pas abaisser la température qui devait rester invariable du flacon, et en même temps pour qu'il y eût ébullition rapide et violente. Dans cet état, on a trouvé bientôt qu'avec un peu d'adresse et d'attention, il était possible de maintenir le thermomètre à peu près stationaire dans les limites des points déterminés pour l'étherification. A 150° et jusque 180° la séparation des produits en deux couches était très-distincte et fort élégante; de 140 à 145°, il passait assez d'alcool non transformé pour s'opposer à cette séparation, du moins jusqu'à ce qu'on eût ajouté un peu d'eau. Il y avait une légère trace d'acide sulfureux et le mélange dans le flacon a pris une teinte de plus en plus foncée jusqu'au moment où il est devenu presque noir, sans toutefois perdre le moins du monde son efficacité.

A cette époque l'opération avait duré environ quatorze heures et plus de 4lit.,50 d'alcool, c'est-à-dire 20 fois le poids de l'acide avaient traversé l'appareil, et comme l'activité de sa marche ne paraissait nullement se ralentir, il m'a semblé raisonnable d'en conclure que sa seule limite gît dans la perte de l'acide sulfurique par la volatilisation, et la formation en petites quantités de produits secondaires tels que l'huile douce du vin, l'acide sulfureux et le gaz oléfiant.

L'éther obtenu a été mélangé avec un peu de potasse caustique et rectifié à la chaleur du bain-marie. Son poids spécifique à 15° C. était 0,750. Il y en avait 1 litre 69 centilitres; mais comme on s'est servi d'eau à 12° pour la condensation au lieu de glace, il doit y avoir eu une perte abondante de vapeur, et puisque le liquide alcalin qui est resté a fourni une grande quantité d'alcool à la distillation, il est évident que l'opération doit être considérée comme avantageuse, quoique encore loin de ce qu'elle aurait dû être. En grand il serait facile d'éviter une grande partie de ces pertes.

J'ai remarqué que, pendant toute la durée de l'opération, même quand on abaissait la température assez bas pour qu'il échappât beaucoup d'alcool à l'ébullition, il apparaissait une quantité assez notable de gaz permanents. En adaptant à l'extrémité inférieure du serpentin un récipient à deux tubulures muni d'un tube courbe plongeant sous l'eau, il était facile de recueillir et d'examiner ces gaz. Après les avoir débarassés de l'éther par des lavages à l'acide sulfurique, j'ai reconnu qu'ils étaient inflammables, brûlaient avec lumière et possédaient l'odeur particulière et alliacée qui caractérise le gaz oléfiant purifié. Sa production s'est beaucoup augmentée par une élévation de température, et à 155° il passait en grosses bulles qui se succédaient rapidement.

Il semble donc qu'il n'y a pas de difficulté à appliquer le procédé continu de M. Mitscherlich, à la fabrication économique et manufacturière de l'éther. Il est aussi probable que sur une grande échelle, en évitant l'emploi du feu nu, on ne donnerait plus naissance à cette réaction secondaire dont il a été question, tandis que par des dispositions convenables pour la condensation, on éviterait les pertes que j'ai faites dans mes expériences. La température la plus avantageuse ne tarderait pas non plus à être déterminée par expérience, et quand on la connaîtrait, on conduirait ensuite l'expérience de manière à fournir un produit parfaitement uniforme. Une température un peu basse de 240° à 250° serait probablement favorable, attendu qu'il vaudrait mieux qu'il échappât un peu d'alcool à l'étherification que d'employer une chaleur assez élevée pour occasionner une abondante production d'huile douce du vin et de gaz oléfiant. Il est facile d'ailleurs de recueillir cet alcool après la rectification de l'éther.

Il est bon aussi de prévenir qu'on peut laisser refroidir le mélange dans le vase distillatoire, puis après un certain temps le chauffer de nouveau sans le moindre inconvénient.

Note sur la dorure chimique des étoffes de soie.

Par M. le docteur BRETTHAUER.

La Société d'encouragement de Ber-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lin, avait proposé, il y a quelques années, un prix pour celui qui parviendrait à résoudre la question suivante :

Dorer la soie filée par un moyen chimique, de façon que la dorure soit solide et que la soie n'éprouve aucune altération relativement à sa durée, et qu'elle puisse ensuite servir comme le trait ou fil métallique tiré à la fabrication des tissus.

Quoique les recherches que j'ai faites, ainsi que celles de plusieurs autres concurrents pour la solution de ce problème aient entièrement échoué, en tant du moins qu'il s'agissait de dorer la soie en fils, j'ai obtenu cependant sur les étoffes de soie ainsi que sur d'autres tissus une dorure plus ou moins solide dont l'éclat est d'autant plus beau que le tissu présente lui-même auparavant plus de brillant et de glacé. Comme je n'ai jusqu'à présent travaillé que sur des tissus, principalement le satin, je n'affiche ici aucune prétention à la solution de la question posée ci-dessus, d'autant plus que je n'ai encore manipulé qu'en petit, c'est-à-dire que je n'ai doré que des surfaces de 9 à 10 décimètres carrés, mais j'ai pensé que la communication des moyens que j'ai employés serait propre à rappeler ce sujet au souvenir de ceux que la chose intéresse, et que des détails sur mes premiers essais et sur leurs résultats auraient pour effet de les encourager à perfectionner ces moyens qui, je n'en doute nullement, devront par une série bien entendue d'opérations et par un choix de dispositions habiles finir par avoir un succès complet.

Relativement au choix de l'étoffe qu'on se propose de dorer, il convient de donner la préférence à celles où le tissu est le plus uniforme et qui présentent le plus bel éclat par le motif qui a été indiqué ci-dessus. Mes essais se sont bornés jusqu'à présent au satin, au gros de Naples, aux tissus les plus fins de lin, et secondairement au papier. Plus tard, j'ajouterai quelques observations sur la dorure de ce dernier, pour le moment je me borne au procédé applicable aux tissus. Je le décrirai en deux parties, l'une qui aura pour but le travail de la teinture de la soie et autres matières, et l'autre qui traitera de la réduction de la matière colorante ou de la teinture.

1. *Teinture de la soie.*

Cette opération s'exécute avec une solution aqueuse de chlorure d'or, qui toutefois ne doit renfermer aucune trace d'acide libre. Une petite proportion d'acide libre n'agirait pas immédiatement d'une manière destructive sur la soie (mais bien sur les tissus de lin) elle nuirait seulement beaucoup à la beauté de la dorure, attendu qu'elle paraît favoriser une réduction pourpurine de l'or dont il sera question plus loin.

On prépare ainsi qu'il suit un chlorure d'or bien exempt d'acide ; on dissout l'or, un ducat, par exemple, dans de l'eau régale qui consiste en un mélange de 2 parties d'acide chlorhydrique et 1 partie d'acide nitrique du commerce, on décante la liqueur avec précaution de dessus le chlorure d'argent qui s'est précipité, on l'évapore à une douce chaleur, au bain-marie, par exemple et jusqu'à siccité ; le résidu ainsi séché est un chlorure d'or qui ne renferme plus d'acide libre. On le dissout de nouveau dans l'eau pure, et on se sert de cette dissolution pour la teinture.

Lors de cette dissolution dans l'eau il s'en sépare souvent, surtout quand on a desseché à une trop haute température, un corps solide qui est de l'or métallique qu'il faut enlever pour s'en servir lors d'une nouvelle opération. Cette séparation d'or métallique provient de la présence d'un chlorure d'or, qui par l'entremise de la chaleur se forme aux dépens du chloride qui perd une portion de son chlore, c'est ce chlore qui décomposé de nouveau par l'eau reforme un chloride avec dépôt de métal. Le chloride d'or, qui est le degré le plus élevé de chloruration de l'or, est celui qu'il convient d'employer dans l'opération qui nous occupe.

On teint le tissu à chaud dans la solution claire et étendue de la quantité d'eau nécessaire. Une liqueur froide ne pénétrerait pas suffisamment la soie et adhérerait en trop grande quantité à la surface ; il faudrait donc se débarrasser de cet excès par l'expression ou la pression, ce qui pourrait trop souvent occasionner des pertes. D'ailleurs, le sel d'or ne se combine que d'une manière fort imparfaite à froid avec la soie, de façon que par la réduction ultérieure on obtiendrait une dorure qui se laisserait facilement enlever par le frottement ; il n'y a donc qu'à la température de l'ébullition que la liqueur pénètre uniformément la soie.

Il se présente ici un phénomène chimique particulier qu'on peut indiquer en peu de mots de la manière suivante. La soie, en effet, se comporte dans ce cas de la même manière que le charbon poreux. On connaît la propriété dont jouit ce dernier corps,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

non – seulement d'absorber différents gaz ainsi qu'un grand nombre de matières colorantes ou odorantes répandues dans des liqueurs, mais encore de précipiter un assez grand nombre de sels de leurs solutions aqueuses et de s'en emparer ; or, la soie agit absolument de la même manière, et quand elle est en quantité suffisante et est restée pendant quelque temps en contact avec la dissolution d'or bouillante, elle absorbe tout l'or de celle-ci, s'y combine chimiquement, de façon que la dissolution devient incolore et ne renferme plus que des traces d'or, phénomène qui exigerait un examen plus sérieux de la part des chimistes.

Dans tous mes essais, j'ai trouvé que 60° à 80° C. pouvaient suffire pour la température du bain de teinture, seulement qu'il était alors nécessaire que la soie restât plus longtemps dans la liqueur. Dans cette opération, il vaut mieux porter la solution d'or à l'ébullition, y plonger en une seule fois tout le tissu, l'y faire bouillir pendant quelques secondes, puis l'enlever et l'exprimer légèrement. Les vases dont il faut se servir ne doivent être qu'en porcelaine et avoir une capacité suffisante. L'expression doit s'opérer entre des plaques de porcelaine ou de verre, attendu que ces plaques n'exercent aucune action nuisible sur le sel d'or et ne l'absorbent pas ; les plaques de métal, de pierre ou de bois doivent par conséquent être rejetées.

Relativement à l'état de concentration de la solution qui sert à la teinture, on se règle sous ce rapport suivant la nature du tissu qu'il s'agit de dorer, attendu qu'on n'a besoin que d'une solution étendue lorsqu'on a affaire à des tissus très-serrés, tandis que lorsqu'ils sont légers, comme par exemple le satin, il est nécessaire d'employer, si l'on veut qu'ils soient bien dorés, une solution plus riche en sel d'or. Avant tout travail en grand, il est indispensable de déterminer par des épreuves la quantité précise de chloride d'or ou plutôt d'or qu'exigera pour sa dorure une certaine quantité ou une certaine surface du tissu qu'on veut dorer.

Le tissu de soie, apprêté ainsi qu'il vient d'être dit par la teinture au chloride d'or, doit rester suffisamment humide pour pouvoir être soumis au travail suivant de la réduction de l'or. Si on le faisait sécher on pourrait encore obtenir cette réduction du chloride d'or par bien des moyens, tels que les acides sulfureux, phosphoreux, gallique, une solution de phosphore, l'hydrogène phosphoré, etc., et même par l'action seule des rayons solaires, mais dans ces derniers cas l'or réduit offrirait peu ou point d'éclat métallique, et se présenterait avec une couleur brune bleuâtre ou purpurine ; la soie teinte au chloride d'or prend même déjà cette dernière teinte par une simple dessiccation, lorsqu'on l'expose au soleil ou à la simple lumière du jour ; la soie, du reste, partage cette propriété avec d'autres substances organiques, telles par exemple que les plumes, l'épiderme, etc. Cette coloration en pourpre a été considérée par la plupart des chimistes comme une simple réduction du chloride d'or, opinion en faveur de laquelle parlent un grand nombre de faits. L'or, dans cette circonstance, se présente en particules tellement ténues qu'il perd son éclat métallique et paraît rouge.

Un grand nombre de corps réduits à un très-grand degré de ténuité présentent une couleur différente de celle qu'on leur connaît lorsqu'ils sont en masse, je citerai sous ce rapport le sulfate de cuivre, l'oxide de manganèse naturel, le fer spéculaire, le soufre dans certains états, etc. Le mercure, dans un grand état de division, perd son éclat métallique, prend une couleur grisâtre; beaucoup de corps, soit sous l'état de corps simple, soit sous celui de composés chimiques, offrent seulement par l'effet d'une autre disposition ou agrégation moléculaire des couleurs différentes, comme le phosphore, le sulfate de mercure, et ces exemples variés, et beaucoup d'autres qu'on pourrait citer, doivent faire présumer que l'or lui-même peut dans certaines circonstances paraître coloré en pourpre ; ce métal d'ailleurs ne se présente-t-il pas avec cette coloration pourpre quand il fond avec la couverte des porcelaines, cas où il est excessivement divisé, et ne paraît-il pas avec cette coloration aussitôt que les parties superficielles et grossières ont été enlevées à la surface par l'usage.

On pourrait éviter cette coloration en pourpre de l'or sur la soie en plongeant le tissu avant la teinture dans une solution qui n'opérerait pas la réduction du chloride d'or sans rendre le tissu impénétrable à la solution aurique. J'ai trouvé que le chloride d'or sur un fond de résine ou de vernis, de même que sur le verre ou la porcelaine dans la réduction par la voie froide qui va être décrite n'éprouve aucune coloration en rouge ; en conséquence, j'ai essayé l'emploi d'une très-faible solution de résine dans l'alcool, ou de caoutchouc dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une huile éthérée, mais je n'ai pas obtenu ainsi de résultats satisfaisants.

2. *Réduction de la matière colorante ou de la teinture.*

Il existe plusieurs moyens pour réduire le chloride d'or, et donner au métal réduit, par le moyen d'un certain tour de main, un éclat métallique, même sur la soie. Il ne sera question que de l'un de ces moyens, attendu que c'est celui qui agit à la fois le plus énergiquement et le plus avantageusement, et qui, si l'on prend en considération la nature du tissu qu'il s'agit de dorer et qu'il faut travailler, conduira probablement au but : ce moyen de réduction est le gaz phosphydrique. Le tissu qui a été teint avec le chloride d'or et encore humide est amené dans une atmosphère fortement chargée de ce gaz.

Pendant tout le temps de l'opération le tissu a besoin de rester humide, et le dégagement du gaz d'être soutenu et de ne pas éprouver d'interruption. De même que ce tissu ne doit pas être sec, de même il ne doit pas ruisseler l'eau, attendu que comme il y a reduction à la surface du liquide, la pellicule d'or est enlevée par l'infiltration de l'eau, d'où résultent des tares et des défauts ; l'action du gaz doit en conséquence être prolongée, parce que la réduction commence d'abord à la surface du tissu et que la couche d'or qui se forme ainsi d'abord oppose un obstacle à l'action du gaz à l'intérieur ; le chloride d'or qui reste ainsi dans le tissu se réduit plus tard à la lumière à l'état pourpre ou violet et nuit ainsi à la dorure. Pour éviter tous ces inconvénients, il faudrait, indépendamment du gaz hydrogène phosphoré, dont on entretient le dégagement en quantité suffisante, lancer encore de la vapeur d'eau dans la chambre à réduction, qui consiste en une grande caisse de bois dans laquelle l'étoffe se trouve étendue de la manière la plus favorable à l'opération, afin d'entretenir celle-ci dans l'état d'humidité convenable.

Au-dessous de la chambre est placé un vase d'une assez grande capacité et à large ouverture qui sert à dégager le gaz et pour qu'il n'y ait pas projection des matières qu'il renferme à l'intérieur de la chambre, on place à quelques centimètres au-dessus de l'ouverture une plaque en métal, et sur une des parois latérales de la chambre on établit des dispositions pour lancer à l'intérieur la vapeur d'eau dont on a besoin.

Aussitôt que le dégagement du gaz phosphydrique commence, on voit à l'instant même apparaître sur la soie un léger miroitage métallique, qui prend peu à peu de l'intensité jusqu'à ce que tout le chloride d'or soit réduit. Si ce developpement est modéré, il ne se forme que de l'or métallique, attendu que tout ce gaz est décomposé, et qu'il y a formation d'acide phosphorique qui reste dans le tissu avec l'acide chlorhydrique libre. On peut plus tard neutraliser par des vapeurs ammoniacales humides, ces acides, quoiqu'ils ne portent aucun préjudice à la soie.

Si l'action du gaz est plus vive, il se forme aisément un phosphure brun d'or, qui, tant qu'il y a présence de chloride d'or non décomposé, agit comme agent de réduction sur celui-ci. Mais dès que le chloride d'or a disparu, il reste du phosphure d'or non réduit qui ternit la dorure. Même par un bruni à chaud, auquel on doit toujours procéder après l'operation, ces parties restent mates, quoique le phosphure d'or se decompose à la température où se donne le bruni.

On travaille les tissus de lin, de laine et de coton exactement de la même manière que celle qu'on vient de decrire pour ceux de soie, seulement il faut faire attention à les bien purger de toutes matières étrangères, telles que des couleurs, des gommes, etc.

Le papier et le coton se laissent aussi très-bien et très-aisément dorer ; on commence par donner un pied de couleur foncée avec du rouge de fer, on étend dessus un vernis léger, puis on enduit la surface bien sèche d'une couche très-mince de chlorure d'or en dissolution, ensuite on soumet ce papier ou ce carton à l'action du gaz phosphydrique, jusqu'à ce qu'ait lieu la reduction complète de la couche. Enfin on lisse avec une agate ou un polissoir en acier.

J'ai réussi à me procurer de beaux cartons argentés, en faisant usage d'une solution nitrique d'argent, et en opérant absolument de la même manière. Un lissage est aussi absolument nécessaire dans ce cas, et par conséquent cette argenture ne convient pas aux tissus qui ne prennent qu'un léger réflet métallique. Quand la saison sera favorable, j'essayerai si ces cartons ne peuvent pas remplacer dans la photographie les planches métalliques dispendieuses de Daguerre.

Je pense que les détails dans lesquels je suis entré, suffiront pour mettre sur la voie les personnes qui se proposeraient de faire des applications pratiques de ce procédé. Il est inutile, je crois, de décrire les ustensiles dont on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a besoin; chacun saura bien choisir ceux qui lui seront les plus avantageux et les plus commodes, et je terminerai par quelques observations sur la preparation du gaz réducteur.

On sait depuis longtemps qu'il existe deux espèces d'hydrogène phosphoré, l'une spontanément inflammable à l'air et l'autre qui ne l'est pas. Ces deux combinaisons peuvent néanmoins être considerées comme des modifications isomériques d'un seul et même gaz, attendu que la différence qu'on avait cru remarquer dans leur composition, provenait uniquement de l'impureté des gaz. Il est très-douteux qu'il soit avantageux pour la réduction en grand, de se servir du gaz phosphydrique non spontanément inflammable, attendu que la préparation de l'acide hypophosphoreux ou phosphoreux dont on a besoin pour la préparation de ce gaz, présente des difficultés et est coûteuse. Je pense en conséquence qu'il faut préférer faire l'opération avec du gaz phosphydrique inflammable, malgré les pertes que la combustion de ce gaz entraîne, parce que sa préparation est beaucoup moins dispendieuse que celle de l'autre. D'ailleurs tout le gaz qu'on dégage ne s'enflamme pas; il n'y en a même, surtout lorsque le dégagement est rapide, que la plus faible partie, d'où il paraîtrait que les deux espèces de gaz se produisent peut-être simultanement. Du reste, celui qui est inflammable brûle déjà à la surface du liquide, où viennent crever les bulles pour se transformer en acide phosphorique, et n'a par conséquent aucun effet nuisible sur le tissu de soie; d'ailleurs quand il s'élèverait quelques portions de ce gaz inflammable jusqu'à la soie, elles sont décomposées avec une telle rapidité par le chloride d'or, qu'il ne peut en résulter aucune inflammation.

Le mode de préparation de ce gaz est très-simple. On n'a besoin pour cela que d'une dissolution qui ne soit pas trop faible de potasse caustique, qu'on prépare comme on sait avec du carbonate ordinaire de potasse et de la chaux vive, et d'un peu de phosphore. Le phosphore fond en le chauffant légèrement dans la lessive caustique, décompose l'eau, s'oxide en s'emparant de son oxigène pour former des acides hypophosphoreux et phosphoreux, qui se combinent à la potasse. Une autre portion du phosphore s'unit à l'hydrogène de l'eau, et forme le gaz phosphydrique dont on a besoin. Pour opérer ce dégagement, on se sert avec avantage d'un vase de porcelaine à large ouverture, et c'est au-dessus de cette ouverture, à une certaine hauteur, qu'on place une plaque métallique perforée pour éviter les effets du jaillissement.

L'appareil dans lequel on fait pénétrer le gaz n'est pas clos hermétiquement, et par conséquent on n'a pas à craindre une explosion.

Impression galvanique des tissus.

On lit dans le *Manchester Herald* du mois dernier quelques détails sur des projets récents de perfectionnement qu'on se propose d'introduire dans cette ville dans l'art d'imprimer les étoffes. Voici comment s'exprime ce journal.

« L'impression sur étoffes est à la veille de subir une révolution complète Il y a deux procédés en expérience au moyen desquels on se promet d'atteindre ce but. Le premier qu'on peut considérer comme tout à fait original, qu'on désigne sous le nom de *procédé galvanique*, serait, si on s'en rapporte aux déclarations des personnes initiées au secret, parfaitement applicable dans l'art de l'imprimeur. D'après ce qui a déjà transpire, il paraîtrait qu'on peut s'en faire une idée d'après ce que nous allons en dire.

» Supposons qu'il s'agisse d'imprimer par ce moyen une pièce de calicot; cette portion mécanique du travail se fera absolument comme dans l'ancien procédé, c'est-à-dire au moyen d'une machine et du rouleau, avec cette difference toutefois que ce rouleau n'est pas gravé, mais porte un dessin composé de différents métaux, tels que le fer, l'étain, le laiton, le zinc, etc. Ce rouleau plonge ou est imprégné d'une préparation acide dont la recette est encore secrète, puis est appliqué sur le calicot où le dessin se trouve alors imprimé en noir, bleu, vert, rouge ou autre couleur quelconque. Dès que la pièce sort de la machine, on la fait sécher le plus rapidement possible, et dans cet état l'impression est terminée et n'exige plus de nouvelle opération. Le point principal, dans ce procédé, est la préparation de la composition acide qui, assure-t-on, possède la singulière propriété de donner aux tissus les couleurs qu'on désire par l'union et la combinaison des métaux qui composent le dessin qu'on a forme sur le rouleau.

» L'autre procédé qui n'est déjà plus à l'état d'essai est l'emploi de l'huile dans l'application des couleurs minérales d'impression par le moyen du rou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leau gravé ou des machines à planches plates (1).

» On conçoit de suite toute la portée de ces deux découvertes si on parvient à les introduire dans la fabrication. Par la première on est dispensé de la plupart des drogues employées dans l'art de l'imprimeur sur toiles, et par la seconde on abandonne toutes les couleurs végétales pour n'appliquer que celles minérales. Du reste, on assure que par ces deux modes on obtient des couleurs très-solides, ce qui est une chose fort importante. »

Disposition nouvelle dans les appareils à purifier les gaz d'éclairage.

Par M. C. Brook.

Jusqu'à présent on a fait passer, pour le purifier, le gaz qu'on produit pour l'éclairage par distillation jusqu'à décomposition de la houille, par des masses d'eau pure ou de diverses substances, pour arrêter l'ammoniaque, puis ensuite à travers une solution de chaux caustique dans un appareil, appelé purificateur par voie humide, ou, ce qui me paraît préférable, à travers de la chaux réduite en poudre et placée en couches minces dans un appareil qu'on nomme purificateur par voie sèche. Ce dernier purificateur a été trouvé ce qu'il y a de plus simple et de plus convenable dans la pratique, mais la difficulté consiste à bien saturer cette chaux et à dépouiller complétement dans ce système le gaz des matières qui le rendent odorant et insalubre.

Dans le purificateur par voie sèche, tel qu'il a été établi jusqu'à présent, il arrive souvent, en effet, que le gaz en pénétrant dans la couche la plus mince et la plus superficielle de la chaux ne tarde pas à la saturer de soufre ou d'autres impuretés, de façon que le gaz qui arrive ensuite ne pouvant plus pénétrer cette couche, ou plutôt la touchant sans être dépouillé de ce soufre et de ces impuretés, ne sature plus les couches plus profondes et est envoyé au gazomètre sans avoir été purifié.

Pour obvier à cet inconvénient, c'est-à-dire pour amener toute la chaux destinée à la purification dans un contact plus immédiat avec le gaz et assainir plus complétement celui-ci, j'ai inventé un appareil que je crois propre à remplir ce but; ce dont on jugera par la description et les figures que je vais en donner.

La fig. 24, pl. 53, est une élévation par devant de l'appareil.

La fig. 25. Une élévation sur un des côtés.

La fig. 26. Une coupe longitudinale.

La fig. 27. Une section transversale.

Et les fig. 28 et 29 des modifications apportées au même appareil tel qu'il est représenté dans les fig. 24 et 25.

A, représente un cylindre creux ou tambour, en communication par le moyen d'un axe creux *b'* avec un cylindre ou tambour semblable B. Ces deux cylindres A et B sont portés par des paliers aux points *a*,*a*,*a*,*a* et reçoivent un mouvement régulier de rotation de la roue dentée *c* calée sur leur axe commun *b'* et menée par une autre axe *c'* que fait mouvoir un moteur quelconque. A l'une des extrémités de l'appareil se trouve placé le tuyau d'entrée D par lequel arrive le gaz qu'on veut purifier et qui circule dans la direction des flèches à travers les purificateurs A et B puis s'échappe par le tuyau de sortie E pour se rendre au gazomètre.

Dans les figures on voit en communication avec les tuyaux D et E deux chambres immobiles FF, entre lesquelles et les cylindres A et B, on a introduit des boîtes à étoupes *d*,*d* qui étant vissées sur l'axe creux *b'*, sur lequel tournent les cylindres, et s'ajustant très-exactement au prolongement des tuyaux D et E, permettent un libre passage du gaz aux purificateurs sans participer à leur rotation. Au centre de l'axe creux *b'*, sur lequel tournent les cylindres, on a placé un arbre *e*,*e* (fig. 26), soutenu sur des piédestaux *f*,*f* renfermés dans les chambres respectives F,F. Sur cet arbre sont fixés à clefs les quatre disques ou plateaux circulaires *g*,*g*,*g*,*g*, deux pour chacun des cylindres A et B. Ces disques *g* portent chacun un marteau G, pourvu d'un contre-poids H (fig. 26 et 27) qui a une tendance constante à amener ces marteaux dans une position perpendiculaire sur le centre *h* qui les soutient respectivement. En même temps l'intérieur des cylindres est garni d'une série de tablettes *i* fixées sur leur circonférence intérieure et dont on aperçoit la position dans les fig. 26 et 27. Chacune de ces tablettes s'avance de la demi-longueur du rayon vers le centre du cylindre où elle est placée, et il y en a deux séries dans un même cylindre : dans l'une de ces séries les tablettes alternent

(1) Voyez, dans *le Technologiste*, IVe année, page 296, la description des procédés de M. Ch. Hancock, pour la teinture et l'impression au moyen de couleurs à l'huile.
F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec celles de l'autre à distances égales, ainsi qu'on l'a représenté dans la fig. 27 par des tablettes blanches et des tablettes ombrées et qu'on le voit fig. 26.

Les marteaux G frappent respectivement sur ces tablettes quand elles arrivent à leur position perpendiculaire; mais lorsque la tablette sur laquelle le marteau s'appuie ensuite vient à faire un angle d'environ 45° par la rotation graduelle du cylindre, dans la direction de la flèche (fig. 27), alors le marteau devient libre, comme on le voit au pointillé, et le contre-poids, en le relevant, le force de frapper sur la tablette suivante qui, pendant ce temps, est arrivée à la position perpendiculaire sur le centre de rotation. Il en résulte donc qu'une succession de coups sont frappés par les marteaux G sur les tablettes *i* à mesure que celles-ci passent par la perpendiculaire élevée sur le centre du cylindre dans lequel elles sont placées.

Des ouvertures ménagées sur la surface convexe des cylindres servent à introduire la chaux ou les autres matériaux secs de purification et sont fermées par des portes K. Ces portes s'étendent sur toute la longueur des tablettes de l'intérieur, et par conséquent chaque cylindre porte deux portes, une pour chaque série de tablettes.

Supposons maintenant que les deux cylindres A et B soient chargés avec une quantité de chaux en poudre, par exemple sur une épaisseur de 15 à 20 centimètres, qu'on humecte toujours très-légèrement, et que les portes ayant été refermées de manière à être imperméables, on ait mis les cylindres en mouvement. La chaux en poudre légèrement humide, se trouvant ainsi portée successivement sur les tablettes *i* au point le plus élevé à l'intérieur du cylindre, retombe en pluie dans cet intérieur, et dans le cas où quelques parties adhéreraient à ces tablettes, elles en sont détachées par le coup que frappe le marteau, de façon qu'il existe dans l'intérieur des cylindres une pluie ou une atmosphère constante de chaux en poudre à travers laquelle le gaz qu'on veut purifier est forcé de passer.

Dans les applications pratiques, j'ai trouvé qu'avec mon appareil la chaux est si parfaitement en contact avec le gaz qu'elle se trouve complétement saturée dans le cylindre A avant qu'elle soit arrivée dans le second B. Mais je dois déclarer toutefois que cette circonstance dépend beaucoup de la nature du gaz qu'on veut purifier et de la vitesse avec laquelle on le force à passer par les purificateurs.

Les figures 28 et 29 représentent des sections longitudinale et transversale réduites d'un autre mode de construction pour les cylindres tournants. Dans ces figures, l'espace entre chaque tablette *i* est rempli par une pièce semi-circulaire en tôle, qui reçoit la chaux ou autre matière qui tombe, et l'abandonne plus facilement par la révolution du cylindre et l'action des marteaux G, que quand les tablettes sont placées comme dans les figures précédentes.

La vitesse des cylindres n'est pas, en général, un point bien matériel à déterminer; toutefois, je donne à ceux dont je me sers une vitesse de 8 à 10 révolutions par minute. On peut aussi augmenter le nombre de ces cylindres, varier leur forme, la disposition des tablettes, les moyens d'agiter ou de frapper celle-ci pour faire tomber la chaux dans le gaz, tout cela reste indifférent, le principe de ce mode de purification reste le même.

Notice sur le compteur différentiel à gaz et à sec de M. Clegg.

Par M. le professeur VIGNOLES, ingénieur.

Auprès des personnes familiarisées avec tout ce qui concerne la fabrication du gaz d'éclairage, nous pensons qu'il est inutile d'insister sur l'importance d'un bon compteur à gaz. C'est une chose dont on a senti la nécessité dès le moment où l'emploi d'un compteur a pu être convenablement apprécié, et qui a fréquemment attiré l'attention d'un grand nombre d'hommes de science et de pratique qui ont tenté d'exécuter cet objet si désirable.

Aujourd'hui M. Clegg, ingénieur expérimenté, se présente comme inventeur d'un instrument qu'il considère comme devant réaliser toutes les conditions du problème, et nous nous proposons d'examiner jusqu'à quel point il a réussi dans cette solution.

La construction et l'action de ce compteur sont basées sur ce fait bien établi aujourd'hui, savoir, que la chaleur et la lumière, dégagées par diverses espèces de gaz hydrogène carburé, sont rigoureusement proportionnelles l'une à l'autre, et c'est l'application de ce fait, combiné avec un appareil agissant sur le même principe que le thermomètre différentiel de Leslie, qui a donné naissance au nouveau compteur.

Au moyen de cet appareil, on mesure avec une extrême délicatesse jusqu'aux plus minimes différences de température

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans un gaz, et par conséquent la consommation de gaz se trouve enregistrée en proportion de son gaz.

Soient deux cylindres creux en verre, chacun d'environ 2,5 centimètres de diamètre sur 7,5 de longueur, qui sont mis en communication l'un avec l'autre par le milieu de leur longueur au moyen d'un tube courbé et creux de même matière. Épuisons complétement ces cylindres, et le tube qui les unit, de l'air qu'ils renferment, et introduisons dans leur intérieur une quantité d'alcool suffisante pour remplir à peu près un de ces cylindres et laisser l'autre vide, ou du moins le laisser vide d'air, et seulement rempli des vapeurs qui peuvent s'élever de l'alcool. Or, comme l'alcool pur boût dans le vide à environ 13° C., le plus petit excès de température au-dessus de ce chiffre, appliqué au cylindre qui renferme l'alcool, fera évaporer ce liquide, et par l'élasticité que la vapeur de celui-ci acquiert ainsi, chassera le liquide au-dessous de lui dans le cylindre le plus froid; la vitesse avec laquelle l'alcool sera chassé d'un des cylindres dans l'autre sera exactement proportionnelle à la quantité de chaleur appliquée.

Supposons en effet que l'air ou le gaz qui s'écoule soit élevé à la température uniforme de 65°, et qu'en cet état on le lance sur l'un des deux cylindres en verre sous une certaine vitesse. Si on double cette vitesse, alors on aura fait passer le double en quantité (soit masse, soit volume) de chaleur, et par conséquent on aura dû produire un effet double, c'est-à-dire doubler la vitesse avec laquelle l'alcool a dû être chassé. C'est là une loi naturelle et immuable. Mais quoiqu'on ait produit deux fois autant d'effet, la température du gaz ne s'est pas accrue; c'est seulement l'afflux de la chaleur, son écoulement ou sa quantité qui ont augmenté, et c'est ce qu'on doit entendre par les mots de quantité de chaleur. L'expérience, du reste, a parfaitement démontré l'exactitude de ces principes.

Il s'agissait maintenant d'appliquer, par de nouvelles expériences, ce fait scientifique à l'art de mesurer la quantité de chaleur projetée sur l'un des cylindres en verre, et d'enregistrer celle-ci. Pour y parvenir, il fallait trouver un appareil propre à mesurer l'écoulement de l'air et du gaz chaud dans un temps donné, c'est-à-dire un compteur, et la première condition à remplir consistait à trouver le moyen de chauffer une quantité donnée de gaz à une température uniforme, car le gaz ayant été chauffé ainsi et écoulé sous une vitesse donnée, on obtenait ainsi un flux uniforme de chaleur.

Pour mesurer ce flux de chaleur dans le cas d'un compteur, on en a trouvé une source toute faite dans l'inflammation du gaz lui-même, et, après de nombreuses expériences, il a été démontré de la manière la plus complète et la plus concluante, qu'un jet de gaz sortant d'un orifice perforé dans la paroi d'un petit cylindre solide en laiton, chauffait ledit cylindre à une température uniforme donnée, quelle que soit la hauteur du jet, car avec une petite flamme le jet semble se coller au cylindre, et est en contact immédiat avec lui, tandis que, lorsque la flamme sort de l'orifice avec une vitesse considérable, ce feu allongé n'est plus en contact aussi immédiat, emporté qu'il est par sa propre vitesse, ou plutôt par la vitesse due à la pression avec laquelle le gaz s'échappe de l'orifice. Ce fait ayant été parfaitement établi sur des expériences multipliées et par la pratique, l'appareil nécessaire pour mesurer dans les applications la quantite de gaz écoulé devenait fort simple.

Le point qu'il s'agissait ensuite de déterminer exactement était la surface à donner au réceptacle qu'il fallait chauffer par voie directe ou indirecte, avec un cylindre solide semblable à celui indiqué, et la surface suffisante pour communiquer la chaleur requise à telle fraction de la quantité totale de gaz qu'on voulait mesurer, et qu'il fallait faire passer par le réceptacle sans altérer la température à un degré sensible quelconque. L'expérience a encore prononcé dans ce cas, et de plus a montré qu'il était convenable de doubler ce réceptacle à chauffer le gaz avec la substance la moins conductrice qu'on pourrait trouver pour en maintenir la température propre. Les dimensions du réceptacle étant trouvées, ont servi à déterminer celles des autres pièces dans un compteur pour 6 becs, comme je suppose celui dont on donnera plus bas la description.

Enfin il restait à trouver quelle était la quantité de gaz chauffé, comme il vient d'être dit, et projeté sur un des deux cylindres en verre semblables à ceux décrits, qui serait suffisante pour expulser l'alcool qu'un d'eux renferme, et le faire passer dans l'autre. De nombreuses expériences et une longue pratique ont démontré que cette quantité ne devait pas être de plus de 1/7 de la totalité du gaz nécessaire pour alimenter le nombre de becs dont on voulait mesurer la consommation.

Ces faits ayant été établis, ont conduit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à diviser le flux de gaz en deux courants passant par deux ouvertures, dont l'une présenterait une aire six fois plus considérable que celle de l'autre ; de façon que 6/7 du gaz affluent du gazomètre s'écouleraient vers les becs sans traverser le compteur, tandis que l'autre septième remplirait la fonction d'enregistrer la quantité totale écoulée. On verra dans la description des figures comment cette disposition a été remplie d'une manière à la fois simple et efficace.

Deux ouvertures exposées à un courant d'un même volume d'air ou de gaz, quelle que soit la différence que présente leur aire de section, en laisseront toujours écouler des quantités rigoureusement proportionnelles à ces aires. Cette loi sera la même sous toutes les pressions, sauf peut-être un léger excès de frottement qui aura lieu au passage par la plus petite de ces ouvertures. Or, on voit de suite qu'il y a un immense avantage à ce qu'il n'y ait que la septième partie du gaz qui traverse le compteur, car, comme l'action destructive du gaz sur les matériaux qui entrent dans la construction de cet instrument cesse presque entièrement lorsque ce gaz est chaud et sec, on conçoit qu'il y aura une détérioration ou une usure infiniment moindre que celle qui a lieu dans les compteurs ordinaires, et provenant de l'ammoniaque, du soufre, de l'action galvanique, principaux agents de cette détérioration, qui agissent à différents degrés sur les autres compteurs à sec, seulement, lorsqu'ils sont exposés à la vapeur aqueuse que le gaz absorbe à la température ordinaire de l'atmosphère. Dans le gaz chaud et sec, l'action galvanique cesse, l'ammoniaque gazeux non exposé à la vapeur aqueuse passe sans causer de détérioration, tandis que sans qu'il y ait présence d'humidité, cet ammoniaque, instantanément absorbé, forme une solution alcaline puissante qui corrode toutes les pièces en fer forgé du compteur.

D'après sir H. Davy, 10 grammes d'eau absorbent 3,4 gram. d'ammoniaque gazeux, et par conséquent en volume 1 centimètre cube d'eau absorbe 475 centimètres cubes de ce gaz.

Le soufre du gaz forme, en se combinant avec l'hydrogène, du gaz sulfhydrique, dont l'eau absorbe deux fois son volume. Sous cette forme, ce gaz détériore considérablement le laiton et le cuivre, tandis qu'à sec il est sans action.

Dans le compteur de M. Clegg, toutes les pièces exposées aux six septièmes du gaz admis, sont ou en fonte, ou en étain pur, ou en pakfong, tous matériaux sur lesquels le gaz a peu d'action destructive à la température ordinaire de l'atmosphère ; et comme il n'y a pas d'eau, et seulement un septième du gaz qui traverse le compteur à une haute température, il s'ensuit qu'on évite ainsi toute détérioration dans les matériaux de l'appareil.

Voyons maintenant les dispositions pratiques qui ont été mises en usage d'après les faits trouvés précédemment dans le nouveau compteur différentiel à gaz et à sec.

D'abord les deux cylindres en verre sont suspendus, de manière que l'alcool puisse être chassé de l'un des cylindres, placé dans une position inférieure, dans l'autre, qui occupe la position supérieure. Ce passage effectué, le cylindre supérieur descend par un mouvement de bascule ou avec une force égale au poids et à la hauteur du liquide élevé. Pour assurer néanmoins ce mouvement de bascule, il est nécessaire d'attacher un contre-poids au poids même des cylindres en verre et de leur tube de communication ; d'ailleurs cela est indispensable pour régler la quantité d'alcool qui doit monter dans le cylindre supérieur. La descente de ce cylindre constitue une oscillation où le contre-poids engendre une force vive capable d'imprimer avec certitude le mouvement à un appareil d'engrenage semblable à ceux des compteurs ordinaires, et c'est cette oscillation qui sert à enregistrer la quantité correspondante de gaz consommé.

Mais comment le réceptacle dont il a été question ci-dessus, et que nous appellerons le chauffeur, est-il placé sur le cylindre inférieur pour qu'en déchargeant sur lui le gaz chaud il ne puisse communiquer aucune chaleur au cylindre supérieur ? De plus, comment parvient-on à placer le cylindre supérieur dans un milieu toujours à la même température que celle dans laquelle fonctionne le compteur ? attendu qu'il est rigoureusement nécessaire de maintenir constamment les deux cylindres à des températures tout à fait opposées, et qui présenteront toujours la même différence relative ou le même rapport ; c'est ce que nous allons expliquer.

On parvient aisément à remplir la première condition en plaçant une plaque d'étain entre les deux cylindres ; quant à la seconde, on l'atteint en renfermant le compteur entier dans une boîte épaisse en fonte, dans l'intérieur de laquelle deux projections demi-circulaires, dites capuchons venus de fonte avec les parois,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont disposées de manière à envelopper le cylindre en verre, qui occupe alternativement la position supérieure. Le pouvoir conducteur de cette masse est parfaitement suffisant pour enlever toute le chaleur rayonnante de l'enveloppe du chauffeur, qui, comme on l'a dit, est entouré d'une matière très-peu conductrice; et non-seulement pour dissiper cette chaleur par rayonnement, mais encore pour se maintenir toujours à la même température que la pièce dans laquelle le compteur est placé. Ces capuchons forment donc une partie essentielle de l'appareil, car si la température du cylindre supérieur venait à varier matériellement, il en serait de même de celle du cylindre inférieur, et par conséquent on verrait aussi varier la marche du compteur, tandis que par cette disposition très-simple, la température du chauffeur et celle du cylindre inférieur se trouvent toujours dans un même état relatif avec celle du cylindre supérieur.

Prenons un exemple. Supposons que la température du chauffeur soit de 65° C. et celle de la chambre, et par conséquent des pièces autour du compteur, de 15°, alors le gaz qui s'écoule du compteur sur le cylindre inférieur aura cette même température de 65°, et la force motrice sera égale à 65° — 15° = 50° qui représente la chaleur fournie par le jet, et doit être une quantité uniforme et constante. Si la température de l'appartement, et par conséquent celle de la boîte, des capuchons, etc., s'élève à 20°, la température du chauffeur augmentera de 11°, c'est-à-dire qu'elle atteindra 76°, et que la force motrice sera encore 76—26 = 50°. On a jugé à propos d'insister particulièrement sur cette partie du mécanisme, qui est absolument nécessaire pour l'enregistrement correct du compteur, et dont la structure est si complète et si bien entendue, qu'il n'y a pas de dérangement ni d'irrégularité possibles.

Ainsi voici le principal trait de l'appareil pour mesurer le flux d'un gaz de qualité donnée; avec la même chaleur, on obtient les mêmes résultats. La seule variation qui puisse avoir lieu provient du changement de température du petit jet de flamme qui s'échappe de l'extrémité hémisphérique ou mamelon de cylindre solide en laiton qui en est le principe régulateur. Avec un accroissement de température de ce mamelon, causé par une flamme plus vive, et qu'il fait partager au chauffeur, ou *vice versâ*, la même quantité de gaz chauffé étant projetée sur le cylindre inférieur, l'écoulement de l'alcool d'un cylindre dans l'autre, et par conséquent les oscillations, seront plus rapides ou plus lentes dans le rapport exact de la différence de température. On obtient donc ainsi un compteur à gaz, ou plutôt un mesureur de lumière, attendu que la quantité qu'il s'agit de mesurer est la lumière et non pas le gaz, puisqu'on sait que le pouvoir éclairant du gaz varie jusqu'à 30 p. 100, suivant le mode employé pour sa fabrication et la qualité de houille qui sert à le produire.

Le principe de ce compteur étant basé sur le fait que l'intensité de la chaleur d'une flamme de gaz est proportionnelle à son éclat ou pouvoir éclairant, nous croyons devoir à cet égard citer les autorités sur lesquelles ce principe est fondé.

Le docteur Henry, dans ses expériences sur le gaz de houille, s'exprime ainsi :

« Dans la première série de mes expériences, je me suis efforcé de déduire d'une analyse soignée des gaz combustibles composés, une mesure de leur pouvoir éclairant, en admettant une appréciation plus exacte que la méthode de la comparaison des ombres. Celle que je regarde comme la plus exacte, et qui me semble mériter la préférence, est la détermination des quantités de gaz oxigène consommées et de gaz acide carbonique formé par la combustion de mesures égales des différents gaz combustibles, en considérant, comme doué du plus grand pouvoir éclairant, le gaz qui, sous un volume donné, consomme la plus grande proportion d'oxigène. Les résultats moyens d'un grand nombre d'expériences sont compris dans le tableau suivant :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Espèce de gaz.	Oxigène nécessaire pour la saturation de 100 volumes.	Acide carbonique produit.
Hydrogène pur.	50	»
Gaz de braise humide.	60	35
— de bois de chêne.	54	33
— de tourbe sèche.	68	43
— de cannel-coal.	170	100
— d'huile de lampe.	190	124
— de cire.	220	137
— oléfiant.	284	179

Ce tableau démontre donc avec évidence que le pouvoir éclairant d'un gaz dépend de la quantité d'oxigène consommé, et de l'acide carbonique produit pendant la combustion.

L'objet du travail de M. Henry était seulement de trouver une mesure du pouvoir éclairant des gaz, mais il restait à faire voir que la chaleur dégagée par la combustion d'un gaz augmente dans le rapport direct de l'oxigène consommé. Or, d'après les recherches de MM. Despretz, Bull, Williams, etc., il est démontré que, dans tous les cas de combustion, la quantité de chaleur dégagée est proportionnelle à la quantité d'oxigène qui entre dans la combinaison qui se forme, et que la combinaison des gaz les plus denses fournit une plus grande élévation de température.

Maintenant que nous savons que l'instrument de M. Clegg, pour mesurer l'écoulement d'un gaz, est fondé sur les principes les plus rigoureux de la science, nous allons procéder à sa description.

Les fig. 30, 31, 32, pl. 53, représentent le compteur différentiel à sec de M. Clegg, la fig. 31 à l'échelle d'un tiers de la grandeur naturelle, ou celle propre à mesurer la consommation de six becs à gaz ordinaires. Les mêmes lettres se rapportent aux mêmes objets dans les figures.

La fig. 30 est une élévation par-devant, et où l'on a enlevé une portion de l'enveloppe.

La fig. 31 est une coupe d'avant en arrière, et par le milieu de ce compteur.

La fig. 32 en est une perspective par-devant, avec les ornements dont on le décore.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les figures.

AAA, capacite cylindrique en fonte, qui sert d'enveloppe au compteur, et d'environ 6 millimètres d'épaisseur de metal (plus épaisse dans certains points où cela est necessaire), et de $0^m,127$ de diamètre extérieur. PP, capuchons venus de fonte avec l'enveloppe, et dont on a expliqué ci-dessus la destination. Avant d'aller plus loin, montrons comment le gaz s'écoule dans cette capacité, et les fonctions des portions les plus essentielles du compteur.

Lorsque le robinet du gaz est ouvert, celui-ci entre dans le compteur par le tuyau M et la soupape O qui constituent un passage vertical à la partie postérieure de l'instrument. Vers la partie supérieure H de ce passage, il n'y a qu'une fraction, c'est-à-dire un septième seulement de ce gaz, qui monte pour se rendre dans le receptacle appelé chauffeur, où elle pénètre par un tube en I, pour remplir les parties inférieures du compteur où sont disposées les pièces du mécanisme. La direction des petites flèches indique la marche de ce courant de gaz. Le reste de ce fluide élastique, ou les six autres septièmes, descend dans la partie inférieure J du canal vertical ci-dessus, et s'écoule par le tube horizontal N vers le fond du compteur pour passer par le diaphragme régulateur Z, et se rendre de là directement aux becs par le tube d'évacuation K. L'aire ouverte de ce diaphragme Z est exactement six fois celle de l'ouverture I. Cette portion du gaz, qui s'écoule ainsi par les conduits inférieurs, et reste sans influence sur le mécanisme intérieur de celui-ci, est dit gaz neutre, et on suit de l'œil sa direction au moyen des grandes flèches qu'on observe dans la figure 31. L'autre portion reçoit par opposition le surnom de gaz actif.

Une très-petite quantité de ce dernier gaz passe par les petites ouvertures *bb*, percées dans un cylindre solide en laiton G, et arrive par la partie inférieure où ce cylindre est vissé, sur le sommet du chauffeur F pour ressortir en avant du cylindre également près de son sommet, en un jet *c* qui est le moteur du compteur. L'orifice d'où s'élance ce jet est armé d'un bec de platine pour prévenir la corrosion ou l'usure, et on l'allume aussitôt que le robinet principal

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est ouvert, afin qu'il communique immédiatement au chauffeur une chaleur correspondante, et par suite au gaz actif qui doit s'y écouler à la même température. *mm* est un carton qui recouvre le chauffeur et toutes les parties qui en dépendent, excepté le cylindre solide en laiton, et qu'on a choisi comme étant la matière la moins conductrice dont on puisse l'envelopper.

Le gaz actif élevé à une certaine température, descend du chauffeur par les conduits LLL pour venir frapper sur l'un des cylindres en verre BB. Ces cylindres sont liés l'un à l'autre au milieu de leur longeur par le tube courbe en verre C. Les cylindres et ce tube sont épuisés d'air, et en partie remplis d'alcool ainsi qu'il a été expliqué. Un collier en étain S est attaché au tube courbe C dans son point intermédiaire entre les deux cylindres, ainsi qu'à une grande plaque aussi en étain S′, qui sert à isoler ces deux cylindres entre eux, et s'unit de chaque côté à des barres en laiton RR, servant à faire rouler tout l'instrument sur pivots ou points de suspension aux extrémités DD de deux vis, l'une qui traverse la paroi en fonte de l'enveloppe du compteur, et l'autre qui est soutenue sur une potence T attachée à l'un des capuchons.

E est une masse établie à l'extrémité supérieure des barres RR pour servir de contre-poids, et au but expliqué plus haut, c'est-à-dire le mouvement d'oscillation qui agit sur les engrenages des cadrans indicateurs. L'usage de la plaque mince d'étain est de s'opposer à ce qu'aucune portion du gaz chauffé qui s'écoule sur le cylindre inférieur ne vienne affecter celui supérieur, et n'altère aussi le rapport de la différence de température qui doit exister entre eux, et qui constitue l'élément au moyen duquel on entretient les oscillations.

Le gaz actif, après avoir agi sur le cylindre inférieur, s'écoule dans le corps du compteur, puis par le conduit X que celui-ci lui présente inférieurement, pour s'unir de nouveau au gaz neutre qui afflue par l'ouverture Z, et se rendre avec lui par le tube général d'évacuation K aux becs éclaireurs.

Voilà toute la description du compteur différentiel, et il est évident qu'il ne peut survenir à aucune époque d'altération dans la mesure par des fuites à travers les soupapes, ou par des membranes ou diaphragmes organiques quelconques, puisqu'il n'y en a pas dans les pièces du mécanisme ; car on sait que lorsque le gaz a réagi sur les membranes, et les a rendues poreuses, elles laissent toujours échapper une portion de ce gaz sans qu'il ait été mesuré. Il est clair aussi que la force motrice étant un petit jet de flamme au sommet, il n'y a pas la moindre résistance à l'écoulement du gaz qui passe dans toutes les parties du compteur sans interruption, et comme il coulerait dans un tuyau, et sans qu'il soit nécessaire de maintenir une immobilité complète dans la flamme ou d'augmenter la pression.

Les autres dispositions mécaniques ont pour but d'arrêter l'écoulement du gaz vers les becs, lorsque le jet du compteur n'est pas allumé, afin de donner une température plus élevée, mais temporaire et pour quelques minutes seulement, au chauffeur lorsqu'on allume ce jet, et pour le régler quand on met le compteur en place, suivant la pression. Cette disposition a pour objet de prévenir la fraude et assurer un enregistrement régulier.

Pour s'opposer à ce que le gaz coule vers les becs, excepté quand le jet régulateur est allumé, et pour que le compteur enregistre régulièrement, la soupape O, qui communique avec le principal conduit du gaz, s'ouvre et se ferme par la dilatation ou la contraction d'un fil pyrométrique *a* auquel la température est communiquée par le jet en G.

Préparation du cyanure d'or.

Par M. Desfosses, pharmacien, à Besançon.

Deux procédés principaux ont été proposés pour obtenir le cyanure qui commence à être employé par quelques fabricants pour la dorure par la méthode de M. de la Rive.

Dans le premier de ces procédés, la combinaison de l'or avec le cyanogène se produit par la réaction du cyanure de potasium sur la dissolution de chlorure d'or. Le second, qui a été proposé par M. Defferres, pharmacien à Nismes, n'en diffère que par la substitution du cyanure de mercure au cyanure de potassium.

On a reproché au premier moyen, d'abord, de ne laisser isoler à l'état de pureté qu'une faible quantité du cyanure formé, et, en second lieu, de ne pouvoir donner un produit constamment identique à cause de la difficulté de se procurer du cyanure de potassium parfaitement pur.

Quant à celui de M. Defferres, s'il peut offrir un résultat plus pur, on peut aussi lui objecter de ne pas permettre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de retirer du premier jet tout le cyanure d'or et de forcer l'opérateur à des opérations et dessiccations réitérées qui ne rendent que peu de produit et entraînent nécessairement dans des pertes onéreuses en raison du haut prix du métal précieux employé à cette opération.

J'ai répété ce procédé tel qu'il est indiqué dans le Journal de Pharmacie, 1828, f. 27, et j'ai à peine obtenu après la première évaporation, la moitié de la quantité de cyanure sur laquelle je devais compter ; l'autre partie avait formé avec le chlorure mercurique provenant de la réaction un composé soluble. Le traitement recommandé des eaux amères par des évaporations et dissolutions successives, permet bien d'isoler de nouvelles fractions de produit, mais elles sont minimes à chaque fois, et la séparation de tout le cyanure d'or est incomplète parce qu'elle n'a lieu, ainsi que je le présume, que par l'expulsion des liqueurs d'une petite quantité de sublimé corrosif qui est entraîné par la vapeur d'eau pendant chaque évaporation, et qui laisse à nu, et par suite à l'état insoluble, le cyanure d'or avec lequel il était combiné.

C'est à ce mode lent et difficile de séparer par évaporation le sublimé qui reste combiné au cyanure d'or que je crois pouvoir attribuer la réussite incomplète du procédé de M. Defferres ; aussi c'est sur ce point seulement que j'ai cherché à le modifier pour le rendre praticable ; j'y suis parvenu aisément en me servant d'alcool absolu au lieu d'eau pour opérer le lavage du cyanure d'or après la première évaporation à siccité. L'emploi de l'alcool qui dissout aisément le chlorure mercurique et n'enlève que des traces de cyanure d'or, rend très-faciles la séparation et la purification de ce dernier. Si l'on a ajouté, au moment de la double décomposition, un léger excès de cyanure de mercure, ce qui est assez convenable pour utiliser plus complétement l'or, cet excès est également entraîné par le lavage à l'alcool, qui, bien entendu, doit être poursuivi jusqu'à ce que les dernières lotions ne présentent plus d'indices mercuriels.

J'ai constaté que l'éther pouvait être employé pour cette opération en observant la précaution de terminer les lavages avec de l'alcool qui dissout mieux le cyanure de mercure que le premier véhicule.

Autre procédé. Les personnes qui craindraient que le cyanure d'or, obtenu au moyen du cyanure de mercure, ne retînt quelques traces de ce dernier métal, pourront le préparer par un autre mode qui réussit également bien. Ce moyen consiste à mettre l'oxide d'or hydraté, précipité par la manganèse d'après la méthode de Pelletier, en contact avec de l'acide cyanhydrique délayé récemment extrait.

Dans le premier moment du mélange, l'oxide d'or devient vert-noirâtre (constituant peut-être alors le cyanure aureux non encore obtenu), mais en portant la liqueur à l'ébullition, il ne tarde pas à prendre une belle nuance jaune ; il suffit alors d'évaporer à siccité, à un feu très-modéré, pour obtenir un produit très-beau et très-pur qui n'a pas besoin de subir de lavages.

Je crois que ce dernier mode de préparation devra être préféré pour le cyanure destiné à l'usage médical.

Action de l'eau sur le plomb.

Par le professeur Christison.

Le professeur Christison d'Édimbourg vient de publier sur ce sujet un mémoire qui nous a paru intéresser assez vivement la santé publique et l'industrie pour nous déterminer à en presenter un extrait.

L'auteur, dans son travail, a d'abord démontré par expérience l'action corrosive que l'eau, dans un grand état de pureté, exerce sur le plomb, et a prouvé que plus cette eau est exempte de sels en solution, plus son action est énergique sur le métal. Il a cité un exemple dans lequel un tuyau de plomb amenait d'une distance d'environ 1200 mètres l'eau d'une source qui est d'une très-grande pureté, puisque la somme de toutes les matières salines qu'elle renferme s'élève à peine à 1/22000 ; cette eau avait agi avec une telle énergie sur le plomb, qu'en peu de temps le réservoir qui la recevait avait été recouvert intérieurement d'une couche de carbonate de plomb : on distinguait aussi aisément le métal flottant à l'état d'oxide dans le liquide.

Dans un autre cas où l'eau était amenée par une conduite d'environ 1600 mètres, le même phénomène s'est manifesté, mais avec cette circonstance additionnelle que, par suite de ce qu'on avait négligé de constater en temps opportun cette imprégnation de l'eau, toutes les personnes qui en ont fait usage dans l'économie domestique ont été attaquées de la *colique des peintres*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ans cette circonstance, l'eau ne renfermait pas moins de 1/4500 de matières salines, mais surtout des hydrochlorates qui, d'après les recherches antérieures de l'auteur, ne paraissent pas s'opposer aux effets corrosifs de l'eau, à moins d'être présents en bien plus grande quantité.

M. Christison explique ensuite comment il est parvenu à s'opposer, dans les deux cas cités, à l'action de l'eau sur le plomb. Dans le premier, il a laissé l'eau stationnaire dans la conduite pendant quatre mois, jusqu'à ce qu'il se fût formé une croûte de carbonate et de sulfate de plomb mélangés, qui ont cristallisé à l'intérieur des tuyaux. Au bout de ce temps, cette action a en effet cessé. Dans le second cas, on a rempli la conduite, pendant un certain temps, avec une solution de phosphate de soude qui renfermait 1/27000 de ce sel.

Enfin, l'auteur a tiré de ses recherches les conséquences pratiques suivantes relativement à la conduite des eaux par des tuyaux de plomb :

1° On ne devrait jamais faire usage de tuyaux de plomb pour amener les eaux, au moins d'une distance considérable, sans avoir fait préalablement un examen chimique rigoureux de ces liquides.

2° Les chances d'une imprégnation toxique ou vénéneuse des eaux par le plomb sont d'autant plus grandes que celles-ci sont plus pures.

3° L'eau qui ternit le plomb poli quand on la laisse séjourner dessus dans un verre pendant quelques heures ne peut être amenée en toute sécurité par une conduite ou des tuyaux en plomb sans prendre certaines précautions.

4° Les eaux qui renferment moins de 1/8000 environ de matières salines en solution, ne sauraient être transmises par des tuyaux de plomb sans user aussi de précautions.

5° Ces précautions sont même insuffisantes pour prévenir la corrosion, à moins qu'une portion considérable de ces matières salines ne consiste en carbonate et en sulfate, principalement le premier.

6° Une proportion de ces matières représentée par 1/4000, et probablement même une proportion beaucoup plus grande encore, est tout à fait insuffisante, si les sels en solution consistent en grande partie en hydrochlorates.

7° Dans tous les cas, et quand même la composition de l'eau semblerait être dans les limites des conditions qui viennent d'être spécifiées, il convient de faire un examen scrupuleux de ce liquide après qu'il a coulé pendant quelques jours dans les tuyaux, car il est présumable que d'autres circonstances, différentes sans doute de celles indiquées, règlent l'influence préservatrice des sels neutres.

8° Lorsqu'on juge que l'eau est de nature à attaquer très-probablement les tuyaux de plomb, ou quand elle y coule positivement imprégnée de plomb, il faut y remédier, soit en tenant ces tuyaux remplis d'eau au repos pendant trois à quatre mois, soit en substituant à l'eau une solution de phosphate de soude dans la proportion d'environ 1/25000.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MECANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Machine à fabriquer les briques et les tuiles.

Par M. J. KIRBY.

Cette machine à fabriquer les briques, tuiles ou autres articles en argile, en terre ou en matière plastique quelconque à l'état naturel et ou non préparée, consiste essentiellement dans une trémie où l'on dépose cette matière, et où elle est conduite par le moyen de rouleaux dans un moule mobile, qui glissant aussitôt amène ce moule sous la presse où l'argile se trouve comprimée et moulée suivant les formes requises. Le moule, en continuant sa route sous un plan incliné s'abaisse, et alors la brique ou autre article, restée libre sur des blocs, glisse sur une plaque où elle est prête à être enlevée à la main, tandis que le moule revient en arrière sous la trémie, pour recevoir une nouvelle charge de terre ou d'argile.

Nous allons maintenant entrer dans une description plus détaillée de notre machine, qui se trouve représentée en élévation et latéralement dans la fig. 8, pl. 53; en coupe longitudinale dans la fig. 9, et en plan dans la fig. 10.

A,A,A est le bâti de la machine, dans lequel est monté l'arbre principal B, qui communique le mouvement à toutes les pièces mobiles. C est la trémie fixée sur le bâti, et qui reçoit et délivre l'argile ou autre matière plastique. D est le moule qu'on voit séparément et sous différents aspects dans les fig. 11, 12 et 13. La fig. 11 la représente en plan, la fig. 12 en est une élévation vue par côté, et la fig. 13 une coupe suivant son élévation. Ces deux dernières figures montrent également les pièces au moyen desquelles le moule voyage dans la machine.

Lorsqu'on imprime un mouvement de rotation à l'arbre B par un moyen convenable, une grande roue dentée E que porte cet arbre engrenant dans les pignons F et G, communique son mouvement de rotation aux pièces mobiles de la machine. Le pignon F est monté sur l'un des arbres, d'une paire de rouleaux cylindrique H, H, établis dans la trémie, et qui marchent simultanément par l'entremise de deux roues I, I montées, aux deux autres extrémités des tourillons de ces rouleaux.

L'argile étant jetée dans la partie supérieure de la trémie, la rotation des rouleaux fait descendre cette matière dans sa partie inférieure, où elle est reçue dans le moule D qui se trouve alors placé immédiatement au-dessous, ainsi qu'on le voit au pontillé, aussitôt après que la plaque *a* à chaîne et contrepoids *b*, qui clôt la partie inférieure de cette trémie, a été repoussée en arrière par le bord supérieur du moule lui-même, lorsqu'il revient prendre sa position première sous la trémie. Le moule étant rempli de terre, s'éloigne de nouveau, et la chaîne à poids *b*,*b* ramène à sa place la plaque qui ferme l'ouverture de la trémie, jusqu'à ce que le moule revienne pour être rechargé.

Ce moule D glisse en avant et en arrière sur des blocs K, K assujettis sur une table L, sous laquelle est établie une crémaillère horizontale M. Un pignon *c*, calé sur un petit arbre *d* qui traverse la machine, engrène dans cette crémaillère et à mesure qu'il tourne, tantôt dans un sens tantôt dans un autre, il entraîne dans la direction de son mouvement la crémaillère M avec la table L, les blocs et le moule D, en leur imprimant un va-et-vient dans le sens longitudinal de la machine. Ce pignon *c* est commandé par le pignon G par l'entremise d'un système de roues d'angle *e*, *f* et *g*, dont la dernière fixée à l'extrémité inférieure d'un axe incliné *h*, engrène dans les roues coniques *i* et *k*, suivant la circonstance. Ces roues coniques sont attachées à un axe creux *l* qui glisse horizontalement sur l'extrémité de l'arbre *d*; cet axe creux est arrêté par une clef, et poussé dans sa position sur cet arbre *d*, au moyen d'un levier et d'une came à griffes N montée sur l'extrémité de l'arbre principal B. Les griffes de cette came sont disposées de telle manière, que quand le moule placé sous la trémie a été rempli de terre, le pignon *g* est mis en prise avec la roue conique *i*, et que quand cela se présente, la rotation de la grande roue E fait, par l'entremise du pignon G et des engrenages qui en dépendent, marcher ou glisser la crémaillère M, avec la table F et les blocs K, K, et les éloigne de la trémie, en les faissant circuler sur les rails qui constituent la partie horizontale du bâti.

Le moule D, ainsi qu'il a été dit, glisse de haut en bas sur les blocs K, mais est maintenu vertical par deux galets *m*,*m* attachés à ses extrémités, et roulant sur des rails latéraux *n*,*n*. On s'aperçoit à l'inspection des fig. 8 et 10, que ces rails latéraux sont placés horizontale-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment dans la portion de la machine qui est au-dessous de la trémie, mais qu'un peu plus loin ils s'inflechissent vers le bas. Il y a néanmoins deux rails à bascule p, p, un de chaque côté de la machine qui portés sur pivot à leur centre, servent à prolonger le rail horizontal pour les galets m du moule D, qui continuent à courir dessus jusqu'à ce que ce moule soit arrivé au milieu de la machine ou sous la presse. Lorsque le moule est arrivé dans cette situation, une des griffes de la came N a fait glisser les pignons k et i dans la position moyenne, de façon que le pignon g est hors de prise, soit avec l'un soit avec l'autre, et que la table avec le moule qui la porte reste nécessairement immobile. Lorsque ce moule, disons-nous, est ainsi placé, les plateaux P de la presse se trouvent amenés sur sa partie supérieure par la rotation des excentriques Q, Q que porte l'arbre principal B. Par ce moyen le moule est abaissé, et l'argile qui est dedans étant soutenue en dessous par les blocs K se trouve pressée énergiquement, et par conséquent moulée en briques ou en tuiles.

Le moule D, ainsi qu'on peut le voir, est dans cet instant suspendu sur ses galets m qui portent sur les rails à bascule p, et la table L avec ses blocs K, reste fixée fermement sur les rails horizontaux qui font partie du bâti A, A. La descente des plateaux P de la presse, abaisse donc le moule D le long des parois des blocs (Les rails p basculant à cet instant), et par conséquent fait qu'il reste assez d'espace dans la portion supérieure du moule pour qu'il y ait compression suffisante de l'argile, et moulage des briques du modèle et de la forme requise.

Lorsque l'argile a été ainsi suffisamment comprimée, les plateaux P se relèvent, et la came N continuant à tourner, fait de nouveau marcher la crémaillère M avec la table, les blocs et le moule dans la même direction qu'auparavant. Dans ce mouvement, les galets m placés sur les flancs du moule, passent sous deux barres inclinées g, qui abaissent encore le moule D et laissent la brique moulée entièrement dépouillée et libre sur les blocs K, ainsi que le fait voir la fig. 9.

A mesure que les blocs s'avancent ainsi, une plaque stationnaire en fer r établie à l'extrémité de la machine, détache les bords de la brique sur le sommet des blocs, et la reçoit pour qu'on puisse l'enlever à la main.

La came N continuant toujours son mouvement, fait glisser maintenant la roue d'angle k et l'amène en prise avec le pignon g, instant auquel un mouvement rétrograde de la crémaillère M ramène la table, les blocs et le moule vide à leur place. Les galets m, à mesure que ce moule revient à sa position, passant sur la face supérieure des rails inclinés n, n, et sous les extrémités soulevées des rails à bascule p, p, il en résulte que le moule est relevé et remonte à sa précédente hauteur : lorsque ce moule arrive sous la trémie, il repousse la plaque a ainsi qu'il a été expliqué plus haut, et se place dans la position indiquée au pointille dans la fig. 9, sous la trémie pour recevoir une nouvelle charge de terre propre à être moulée en brique, tuile, etc., ainsi qu'il vient d'être expliqué plus haut.

Nouveau mode de fabrication des briques et tuiles.

Dans une des dernières séances de l'Institut des ingénieurs civils de Londres, M. Farey a entretenu la société sur un mode de fabrication des tuiles et briques qu'on doit à M. Prosser, de Birmingham, et dont on peut se faire une idée par la description qu'il en a donnée et que nous reproduisons ici.

« L'argile est d'abord séchée dans un four continu assez semblable à celui où l'on fait cuire les poteries, puis réduite en poudre fine ; c'est dans cet état de sécheresse qu'elle est soumise à une pression énergique dans des moules très-forts en métal. Au moyen de cette pression elle se trouve reduite à un tiers de son épaisseur première, mais cette argile a encore conservé assez d'humidité pour lui donner de la cohésion et pour que les briques et tuiles soient moulées en conservant leur vive arête; dans cet état ces briques ou tuiles sont portées directement au four et cuites dans des gazettes ou des creusets sans autre dessiccation et ne crevassent jamais à la cuisson. La brique, mise sous les yeux de la Société et fabriquée avec la terre à brique ordinaire de Staffordshire pulvérisée finement, a une belle couleur rouge pur, une texture homogène, des arêtes bien vives ; elle pèse 3 kilog. et a un poids spécifique de 2.5. Cette brique ne présente aucune trace de vitrification, mais une cuisson parfaite ; elle a acquis sa grande densité par la pression considérable qu'elle avait éprouvée et qui était égale à 250 tonneaux. »

M. Pellat, qui a vu fonctionner la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

machine de M. Prosser, dit qu'elle avait fabriqué sous ses yeux des boutons et autres menus objets ; l'argile pulvérisée paraît en effet retenir encore après la dessiccation une certaine quantité d'humidité, qui combinée avec la pression, lui donne une ténacité telle, qu'en sortant du moule on peut la manier et la porter sans détérioration ; on la comprime environ d'un tiers de son épaisseur primitive. L'argile à poterie du Staffordshire renferme principalement du silicate d'alumine et est surtout précieuse pour faire des gazettes dans lesquelles on cuit la porcelaine.

Une des tuiles, qui était déposée sur le bureau, et qui avait une forme homogène, de 82 millim. de diamètre et 9 d'épaisseur, a soutenu, d'après une expérience de M. Blashfield, une pression de 30 tonneaux sans que ses bords s'égrenassent; une autre, de même diamètre et de 57 millim. d'épaisseur, a résisté à une pression de 55 tonneaux, et un bloc de 180 millim. d'épaisseur est resté parfaitement intact sous une pression de 90 tonneaux. La plus grande plaque produite jusqu'ici à l'aide de ce procédé, a 0m,8636 de longueur, 0m,165 de largeur et 0m,0127 d'épaisseur ; mais aussitôt que la nouvelle presse hydraulique que fait établir M. Prosser sera terminée, cet inventeur se propose de fabriquer des tuiles de toutes les dimensions et de tous les modèles pour les besoins de l'architecture.

Perfectionnements apportés dans les machines destinées à l'étirage du lin, du chanvre et des étoupes.

Par MM. G. Jerman, filateur, R. Cook, peigneur, et J. Wordsworth, constructeur de machines.

Dans la plupart des systèmes d'étirage des matières filamenteuses, on sait qu'on fait usage d'une série de laminoirs ou couples de cylindres, trois la plupart du temps contigus les uns aux autres et qui en tournant avec des vitesses croissantes à mesure qu'on passe d'un laminoir à un autre opèrent ainsi l'étirage de la mèche ou du fil. C'est ainsi qu'on a généralement procédé jusqu'à présent dans le travail du coton, et qu'on a cru devoir appliquer le même principe à celui du lin, du chanvre et des étoupes. Ce système, néanmoins, nous a paru dans plusieurs circonstances de pratique appliquable avec moins d'avantage à ces dernières matières, et c'est ce qui nous a engagés à chercher une disposition nouvelle pour leur étirage par moyens mécaniques, dans laquelle il y a deux ou plusieurs couples de retenue et de cylindres étireurs, et non plus une série de couples d'étireurs successifs à vitesse croissante.

On pourrait satisfaire à la question que nous nous sommes proposée de bien des manières différentes ; mais voici celle qui nous a paru remplir le mieux les conditions d'un bon etirage.

La fig. 14, pl. 54, représente en élévation une portion de la partie antérieure d'une machine d'étirage, d'une continue ou d'un banc à broches, établie d'après notre système perfectionné.

La fig. 15 est une coupe prise transversalement.

Une barre longitudinale en fer *a*, qu'on nomme la flèche, s'étend tout le long du métier derrière les étirages ; cette barre est solidement assemblée dans les montants extrêmes et latéraux du bâti et maintenue par les moyens en usage. Sur cette barre on a fixé à vis une série de consoles *b*,*b* qui servent de support aux cylindres inférieurs. Des pièces mobiles *c* sont attachées à ces différents supports et constituent les coussinets qui portent l'arbre des premiers rouleaux inférieurs *d* ; ces coussinets, comme on voit, sont susceptibles d'ajustement au moyen de la vis qui traverse leur queue afin de pouvoir régler la position des cylindres et de déterminer ainsi la longueur de mèche ou portée entre les seconds cylindres inférieurs *e*, qui tournent dans des coussinets fixes portés aussi sur les consoles ou supports *b*.

L'arbre du troisième couple ou des cylindres inférieurs de devant se voit en *f*, où il tourne également dans des coussinets fixés sur les supports *b*.

Dans notre mode ordinaire de mettre les cylindres en action, on communique la force du premier moteur à l'arbre du cylindre inférieur de devant *f*, dont l'extrémité opposée porte un pignon, lequel engrène dans une roue *z* qui tourne librement sur un appui *y* monté sur les montants latéraux du bâti. Cette roue mène un pignon *x*, lequel commande une roue *w* calée à l'extrémité du cylindre inférieur *e*, ce qui fait marcher le cylindre avec une vitesse retardée ; l'autre extrémité de l'arbre *e* porte un pignon qui engrène dans une autre roue semblable à *z*, qui communique par l'entremise d'un pignon à l'arbre du cylindre inférieur et de derrière *d* une vitesse encore plus retardée que celle du cylindre *e*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les cylindres supérieurs ou de pression *g* et *h*, sont maintenus en contact avec la périphérie des cylindres inférieurs *d* et *e* par une barre à coussinets *t*, et les autres cylindres de pression *i* et *k*, sont à leur tour amenés aussi au contact avec les périphéries des cylindres inférieurs *e* et *f* par une barre à coussinet *r*, pressée par des griffes *q*. Ces barres à coussinet et ces griffes sont maintenues par des écrous à oreilles *u*,*u* sur des boulons-leviers filetés *n*,*n* articulés à une pièce à charnière *p*. Au milieu de cette pièce à charnière *p*, un lien *o* est articulé de même à l'extrémité du petit bras d'un levier courbe *m*. Ce levier, mobile sur un centre, porte par un tasseau *l*, vissé sur la flèche *a*, sert à abaisser au moyen d'un poids suspendu à son grand bras le lien *o* et la pièce *p*, de manière que les écrous *u*,*u*, quand on les tourne sur le boulon *n*,*n* pressent ces barres à coussinets *t*,*r* et les griffes *q* avec une force considérable contre les axes des cylindres supérieurs ou de pression *g*,*h*,*i* et *k*, afin de permettre à ces cylindres de saisir et de maintenir les fibres des mèches entre eux et les cylindres inférieurs avec telle force qu'on désire suivant la position du poids.

Afin de régler la pression de la barre à coussinet *t* sur les cylindres, c'est-à-dire de la faire porter plus ou moins sur les tourillons des cylindres *g* et *h*, on a placé un compresseur *s* sur le boulon-levier *n* sous l'écrou à oreille *u*, lequel compresseur porte à son extrémité une dent qui peut être insérée dans l'une des encoches pratiquées sur le dos de sa barre, et par conséquent rejeter plus ou moins la pression sur l'un ou l'autre des cylindres *g* ou *h*, suivant qu'on le juge convenable. C'est dans le même but que la griffe *g* est placée sur le boulon-levier inférieur *n* et portée sur la barre *r*; cette griffe est serrée en tournant l'écrou *u* sur le boulon, et la pression plus ou moins grande sur l'un ou l'autre des cylindres *i* ou *k* est réglée en poussant la dent ou la partie mordante de la griffe dans les différentes entailles pratiquées sur le dos de cette barre.

La manière d'opérer avec cet appareil perfectionné sur les mèches ou boudins de lin, chanvre ou étoupes, pour procéder à leur étirage, est la suivante :

Les mèches étant enroulées sur des bobines que porte une sorte de cantre ou bobinoir placé derrière le métier, sont déroulées et passées respectivement dans une auge remplie d'eau, puis introduites dans les entailles d'une planche-guide qu'on voit en coupe en *j*, fig. 15, et enfin passées entre le premier couple de cylindre *d*,*g*. La mèche étant alors tirée en avant est insérée entre le second couple des cylindres *e*.*h* qui, se mouvant avec une plus grande vitesse que le couple précédent, en étire nécessairement les fibres, augmente la longueur de cette mèche tout en diminuant la matière qui la compose sur une étendue donnée. La différence de vitesse entre ces deux couples de cylindres fait que celui *d*,*g* retient en partie la mèche, tandis que celui *e*,*h* la tire et l'allonge, et l'espace compris entre les deux couples est ce qu'on nomme une portée, dont la longueur, ainsi qu'il a été dit, peut varier à volonté, en faisant glisser le coussinet mobile *c*.

Après que cette première opération d'étirage est terminée, la mèche passe aux cylindres *e*,*i*, où le cylindre *i* tourne avec une vitesse égale à celle du couple *e*,*h*; le couple *e*,*i* joue donc en partie le rôle de cylindre de retenue vis-à-vis la paire suivante *f*, *k*. La vitesse de rotation de ce couple *f*,*k* est, comme il a été dit précédemment, plus grande que celle de *e*,*i*, par conséquent il y a un nouvel étirage des fibres de la mèche dans la portée qui se trouve actuellement entre ce dernier couple et le suivant, étirage qui peut être considéré comme complétant cette opération sur les fibres de la mèche, qui peut, dans cet état de finesse, être conduite par un guide sur les ailettes et la broche au-dessous, qui lui donnent, comme à l'ordinaire, le degré de tors nécessaire pour en faire un fil.

Nous avons aussi jugé utile de placer à la partie supérieure de la broche un disque *v*, pour préserver le fil du bord supérieur de l'embase de la bobine.

On voit donc que notre système repose en entier sur l'introduction d'un couple de cylindres de retenue, après la première portée de l'appareil étireur, au lieu de poursuivre sans interruption l'étirage successivement comme dans l'ancien système.

Perfectionnements introduits dans les machines à préparer et peigner la laine.

Par M. T. Hendry, mécanicien.

Dans les perfectionnements que j'ai introduits dans le système des machines à tirer, préparer et peigner la laine, je me suis proposé quatre problèmes différents :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° D'améliorer la machine à préparer ou tirer la laine ;

2° De perfectionner la machine dite chargeuse, pour que la laine soit délivrée plus régulièrement aux peignes, et ceux-ci chauffés pendant qu'on les charge ;

3° De disposer d'une manière nouvelle le mécanisme qui fait mouvoir les peignes dans l'opération du peignage ;

4° Enfin de rechercher un moyen mécanique perfectionné pour dépouiller et nettoyer les peignes lorsqu'ils sortent de la machine à peigner, et former avec la laine des nappes ou des rubans propres à la filature.

Je vais passer successivement en revue ces divers perfectionnements en accompagnant ma description des figures nécessaires à l'intelligence des différents objets sur lesquels portent principalement mes inventions.

La fig. 16, pl. 54, représente en élévation latérale une portion de la machine ordinaire à préparer, à laquelle on a appliqué mes perfectionnements.

Dans cette figure, A représente une portion du cylindre sur lequel sont fixées les dents à la manière ordinaire, B les deux cylindres alimentaires de la machine, qui consistent quelquefois en rouleaux de fonte cannelés, et parfois aussi en rouleaux couverts de dents ou de rubans de cardes à dents très-fines. Le perfectionnement que je propose consiste dans l'application de deux paires de rouleaux alimentaires, savoir une première paire près de la table alimentaire elle-même, et couverte de dents comme d'habitude, et une seconde paire simplement cannelée ou même tournée unie, suivant le travail qu'on veut faire. Au moyen de cette addition, la machine chargeuse est plus régulièrement alimentée ; il y a moins de danger de voir la laine passer en boutons, bourres, paquets, etc., et enfin les mèches sont moins sujettes à être altérées en même temps que les dents du cylindre A ne peuvent plus guère détériorer les rouleaux. Ces rouleaux B sont d'ailleurs équilibrés de façon à laisser passer la laine quand elle a l'épaisseur convenable, et à s'opposer, au contraire, à ce qu'elle soit enlevée en trop grande quantité par les dents du cylindre A.

La fig. 17 représente une élévation vue par côté, d'une machine à charger les peignes à laquelle on a adapté l'appareil perfectionné d'alimentation, indiqué dans la fig. 16, ainsi qu'un mode nouveau pour chauffer les peignes lorsqu'on les y place pour recevoir la laine. A est le tambour tournant sur lequel sont fixés les peignes, comme on le voit en *a*, et d'où on les porte à la machine à peigner aussitôt qu'ils sont suffisamment chargés de laine. Sur la périphérie de ce tambour A, on a placé quatre boîtes ou coffres B, qui reçoivent de la vapeur par l'axe creux du tambour même, de manière qu'ils sont suffisamment chauffés pour entretenir dans les peignes la température propre à un bon travail dans le procédé ultérieur du peignage, et sans qu'il soit nécessaire d'appliquer aucun appareil de chauffage à la machine à peigner.

Les peignes *a* sont établis comme on les fait ordinairement pour les machines de ce modèle, avec une crémaillère sur le dos, mais les dents ou aiguilles sont dans chaque rang un peu plus longues que dans le rang qui suit immédiatement, comme dans les peignes anciens. Ces peignes ne sont pas fixés sur les boîtes à vapeur B, mais peuvent glisser dans des coulisses destinées à les recevoir.

La fig. 18 est une élévation latérale, et la fig. 19 une élevation vue par une des extrémités d'une machine à peigner, à laquelle on a appliqué mes perfectionnements et les dispositions que j'ai inventées pour rendre les peignes mobiles. Dans ces figures, *a* indique les peignes chauffés, chargés de laine, tels qu'ils ont été apportés de la machine à charger, et qui s'y trouvent maintenus par le moyen d'un ressort et de vis qu'on fait marcher en manœuvrant les leviers ou manches *a'* qui les desserrent quand l'opération du peignage est terminée.

Afin de mieux faire comprendre la nature et le mode d'opérer de cette machine, je diviserai son travail en deux mouvements : 1° le mouvement des peignes F qui ont été garnis de laine dans la machine à charger, placés dans la peigneuse, les pointes en bas, ajustés et fixés au moyen du système de vis, et enfin attachés aux barres ou bielles *b*,*b* ; 2° le mouvement des peignes chauds *a*, qui ont été également chargés par la machine précédente, et sont actuellement placés avec les pointes en haut aux extrémités de la machine actuelle.

Le premier mouvement s'exécute ainsi qu'il suit : C est la poulie motrice de la machine qui imprime le mouvement, par l'entremise du pignon *c*, à deux roues dentées droites D,D dans la direction des flèches. Ces roues sont calées sur les arbres à manivelles *d*,*d*, lesquelles impriment un mouvement alternatif aux bielles *b*,*b*, dont les extrémités opposées sont maintenues par des leviers oscillants E, qui se meuvent librement sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un axe transverse *e*, et s'ajustent dans leur position à la rotation des arbres à manivelle *d*,*d*.

On voit ainsi que les bielles *b*,*b* et les peignes F qu'elles portent, sont doués d'un mouvement composé, emprunté à la rotation des arbres à manivelle *d*, et au mouvement alternatif des leviers E; ce mouvement composé amène ces peignes en avant sur la laine dont sont chargés les peignes fins *a*, et les fait descendre ensuite presque perpendiculairement jusqu'à ce que les deux peignes F et *a* soient également et mutuellement insérés dans la masse de laine dont l'un d'eux est chargé, moment auquel l'action de la manivelle les sépare et effectue le tirage ou peignage de la matière qu'ils renferment.

Le second mouvement, ou celui du peigne chauffé *a*, est dû au pignon G, placé à l'extérieur de l'un des deux arbres à manivelle *d*. Ce pignon imprime un mouvement décroissant aux roues dentées *g*, g^1 et g^2, dont la dernière est montée sur un arbre à cames H, qu'on voit de longueur dans la fig. 19, et par un au bout dans la fig. 20. Cet arbre, en effet, est pourvu de deux cames *h*,*h*, une de chaque côté de la machine, et contre lesquelles est maintenu le chariot H', au moyen de contre-poids *h'*,*h'*, qui s'y trouvent suspendus par des courroies passant sur cet arbre H. Les cames sont construites de façon que, par leur rotation, elles permettent aux poids de faire approcher le chariot H' avec les peignes *a*, qu'il porte près des peignes F pendant l'opération du peignage, et quand cette opération est terminée, de faire reculer ce chariot pour le ramener à la position où ces peignes, chargés alors de laine ouverte et peignée, sont enlevés pour être remplacés par d'autres qu'on prend sur la machine chargeuse.

Le chariot H', qui porte le peignes chauffés, repose de chaque bout sur le bâti et participe au mouvement alternatif dépendant de l'action des cames de l'arbre H, ainsi qu'il a déjà été expliqué. Sur le chariot H', on en a placé un second I, dans lequel les peignes sont maintenus par des pièces et par l'action des leviers *a'*. Le second chariot I se meut transversalement dans des coulisses, de façon que toutes les portions de la poignée de laine sont plus régulièrement peignées par l'action des peignes F pendant l'opération. Ce mouvement transverse des peignes *a* leur est imprimé à l'aide du pignon N monté sur un des arbres à manivelle *d*, lequel fait marcher un système de roues *n*,*n'* dont la dernière entraîne un arbre M. Cet arbre porte deux excentriques *m*,*m*, une à chaque extrémité qui imprime un mouvement alternatif continu aux deux leviers O, un de chaque côté de la machine, et qui basculent librement sur leurs points d'appui en P. Le chariot supérieur L est lié aux leviers O par des courroies passant sur de petites poulies guides, de façon que l'oscillation de ces leviers O fait marcher les peignes *a* transversalement, en même temps qu'ils s'avancent vers les peignes F par l'action des cames de l'arbre H. Le mouvement des peignes *a* est le même des deux côtés de la machine où les pièces sont identiques.

Aussitôt que la laine est suffisamment peignée par l'action de cette dernière machine, les peignes sont enlevés, puis dépouillés par le moyen que je vais décrire.

La fig. 21 est l'élévation latérale d'une machine à décharger ordinaire, avec les perfectionnements que j'y ai appliqués, et la fig. 22 représente une élévation de face de la même machine.

F sont les peignes qui ont été enlevés sur la machine précédente ou peigneuse, et qui sont abaissés par un pignon *a*, fig. 21, qui engrène dans une crémaillère que porte le dos de ces peignes, ainsi qu'on le voit au pointillé, fig. 22. Le perfectionnement que j'ai apporté dans le mouvement d'abaissement de ces peignes, consiste à les placer en direction oblique relativement aux rouleaux déchargeurs A et B. Le rouleau postérieur B est pourvu d'une courroie sans fin C, qui circule à la manière ordinaire. En plaçant ces peignes suivant une direction oblique, la laine à une tendance à être enlevée par l'action des rouleaux déchargeurs par la tête du peigne où les broches ou dents étant plus fortes, peuvent supporter mieux le tirage, au moyen de quoi les rouleaux tirent et entraînent une nappe plus uniforme, plus régulière, qu'on fait tomber dans une lanterne R.

Dans la fig. 21, qui représente le travail des différents rouleaux et de la courroie sans fin, combiné avec le tirage, le cueillage et la dépouille, les deux rouleaux D et E avec leur courroie sans fin sont employés comme d'ordinaire, mais comme dans le cueillage, la laine à une tendance à happer autour du rouleau D, j'introduis alors deux rouleaux *d* et *e* autour desquels une autre courroie sans fin se meut dans la direction de la flèche; cette courroie étant placée de manière à toucher dans son mouvement le rouleau D, et à voya-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ger en même temps près de la première courroie sans fin sur le rouleau E, il en résulte qu'elle enlève la laine qui aurait pu happer autour du rouleau D.

Quant à la brosse nettoyeuse G, je la place, comme on le voit dans les figures, à la partie inférieure de la machine, afin que la laine dont elle dépouille la courroie sans fin puisse être facilement enlevée par l'ouvrier qui est chargé de remplacer les peignes aussitôt qu'ils sont déchargés de la laine qu'ils portaient.

Les rouleaux de dépouilles H *h* sont placés dans la position ordinaire, mais pour les faire aussi petits qu'il est possible, et par conséquent dépouiller aussi près qu'on le peut des peignes, je les établis comme le montre la fig. 23, où l'on voit que le rouleau H a seulement des collets en *m* et *n*, construction au moyen de laquelle j'obtiens le résultat indiqué. Ce rouleau H est mis en mouvement par des roues montées sur l'arbre principal de la machine, et le rouleau *h* peut être mis en action soit par la courroie sans fin, soit par tout autre moyen convenable.

Perfectionnement dans la fabrication des cordes en fils métalliques.

Par M. R. S. Newall, fabricant.

Une chose des plus importantes dans la fabrication des cordes en fils métalliques, c'est que les fils pris séparément et les torons soient parfaitement exempts de toute espèce de tors, qu'ils soient commis en torons et en cordes sans avoir éprouvé de torsion ou soumis à un excès de tension dans le sens de leurs axes respectifs. Un autre objet qui ne mérite pas moins qu'on y fasse attention, c'est que la tension ou le tirage des fils ou des torons respectifs, soit rigoureusement la même dans toute l'étendue d'un toron ou d'une corde, et que les points de jonction provenant de l'introduction de nouveaux fils, ou de nouveaux torons, s'exécute de la manière la plus précise et la plus parfaite.

On a déjà décrit plusieurs méthodes pour fabriquer des torons, et faire avec ceux-ci des cordes en fils métalliques, en ayant égard à ces considérations, mais aucune d'elles après les avoir essayées successivement, ne m'a paru remplir les conditions du problème, et c'est ce qui m'a déterminé à rechercher d'autres moyens dont je vais essayer de donner une idée.

D'abord je dirai que j'emploie généralement dans ma fabrication, des âmes en matière végétale ou mieux en métal, qui me servent dans tous les cas pour maintenir les fils ou les torons équidistants, à partir de leurs centres respectifs et à donner de la force et de la flexibilité aux cordes. J'ajouterai que les dispositions qu'on voit dans les figures, sont celles pour faire des torons à six fils sur une âme et des cordes à six torons, aussi sur une autre âme, nombre de fils ou de torons que je préfère à tout autre pour les commettre ensemble.

Pour fabriquer des torons et des cordes en fils métalliques, parfaitement exempts de toute torsion, je suspends les bobines sur lesquelles les fils ou les torons sont enroulés, de telle façon que leurs centres de gravité soient au-dessous de points de suspension, et qu'à mesure que le système de ces bobines vient à tourner, chaque bobine, par son poids, force la broche sur laquelle elle est portée à tourner sur ses appuis d'un tour entier à chaque révolution du système.

Les fig. 24 et 25, pl. 54, représentent cette disposition. *a* est l'arbre principal soutenu sur deux appuis ou montants *c*, *c'*, et portant deux séries de bras *b*, *b*. Les broches *d* appuient sur leurs coussinets *e' e* à l'extrémité des bras *b*, et portent les bobines *c*, ces bobines tournent sur des axes filetés et portant, d'un bout, un écrou qui sert à donner une égale tension à chacun des fils. On peut aussi obtenir cette égale tension par le secours de ressorts agissant sur chacune des bobines. Les fils passent des bobines par des yeux percés aux extrémités des broches et se rendent au bout de l'arbre *a*, puis se rencontrent au delà d'une plaque de commettage *g*, qui sera décrite ci-après où ils sont commis en un toron par la révolution du système, et attirés par le tambour *h* qui les rejette sur le tambour *i'*, où ils sont enroulés.

L'âme autour de laquelle les fils et les torons sont commis est enroulée sur une bobine *k*, et passe dans l'arbre *a* qui est creux, et par le centre de la plaque de commettage.

Lorsque le système de bobines, disposé comme il vient d'être décrit, tourne au delà d'une certaine vitesse, les broches avec les bobines ont une tendance à se mettre dans la direction des bras, et pour prévenir cet effet, j'unis toutes les broches ensemble par le moyen de manivelles *l*, fig. 26, établies à l'extrémité *e* de ces broches, et de la barre de jonction *m*; les boutons de ces mani-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

velles se meuvent sur des trous percés dans cette barre *m*. La distance entre les trous étant égale à celle entre les centres des broches respectives, ou bien je fais mouvoir des boutons dans les coulisses circulaires comme dans la fig. 27, ou bien je fixe sur les extrémités *e* des broches, des poulies à gorge d'égale dimension comme dans la fig. 28, en plaçant une poulie de la même dimension sur le montant ou support *c*, et une double poulie sur l'extrémité de l'une des broches, et passant une courroie sans fin autour de toutes ces poulies; où bien, enfin, je monte sur les extrémités des broches, des roues dentées comme dans la fig. 29, et j'établis sur l'appui *c* une roue de même dimension, et trois roues intermédiaires fonctionnant dans ce cas sur des axes fixés aux bras, et tournant autour de la roue centrale pour communiquer le mouvement aux broches.

Les dispositions des fig. 28 et 29 peuvent aussi être employées avec avantage lorsque le centre de gravité des bobines est dans le prolongement des points de suspension ou quand les bobines ne tournent pas autour de leur centre par la gravité, comme on l'a décrit ci-dessus.

Une autre partie de mon invention, consiste dans une disposition particulière pour régler le tirage, c'est-à-dire la longueur de toron ou de corde faite pendant un certain nombre de révolutions de la portion de la machine contenant les bobines sur lesquelles les fils ou les torons sont enroulés. Cette disposition se voit dans la fig. 24, où le toron passe plusieurs fois autour du tambour de tirage *h*, afin d'obtenir une adhérence suffisante pour empêcher qu'il ne glisse sur le pignon *n* calé sur l'axe de la poulie *o*, et qui commande la roue dentée *p*, montée sur l'arbre du tambour *h*; le mouvement est communiqué à ce tambour par une courroie qui embrasse cette poulie *o*, et un cône de poulies fixé à l'extrémité de l'arbre *u*, la courroie étant maintenue serrée par la poulie de tension *o'* et la vitesse réglée par le cône de poulies.

La corde est enroulée sur le tambour *i'* par le frottement de la courroie sur la poulie *i''* montée sur l'arbre de ce tambour. Un index sert à compter le nombre des révolutions, et la longueur de la corde est facile à connaître par le nombre des tours quand on connaît le diamètre du tambour. Un guide *r* sert à maintenir la corde de manière à ce qu'elle soit toujours amenée convenablement sur le tambour, et à ce que ses tours successifs ne chevauchent pas les uns sur les autres, ce qui autrement causerait une irrégularité dans le tirage.

Enfin, je me suis aussi proposé de trouver une méthode particulière pour insérer de nouveaux fils ou de nouveaux torons dans le commettage, moyen qui consiste dans l'emploi d'une plaque fixe de commettage d'une forme nouvelle présentant une communication interne et non interrompue entre chacun des fils ou des torons. Cette plaque est représentée en *g'*, fig. 24, et se fixe par trois verges vissées à l'extrémité de l'arbre *a* ou sur le cône de poulies à une distance d'environ 1 mètre, de façon qu'elle tourne avec ceux-ci. Dans cette plaque, les trous par lesquels passent les fils sont à des distances égales l'un de l'autre et du centre, ce qui est nécessaire pour un commettage régulier. On y insère le nouveau fil ou toron de la manière suivante.

Supposons que les fils sont commis au point qu'il ne reste plus de l'un d'eux qu'un bout de 1 mètre au delà de la plaque, alors la bobine vide est remplacée par une autre qui est chargée, l'âme est coupée net au sommet du cône formé par les fils en *g*, l'extrémité du nouveau fil est passée dans l'œil à l'extrémité de la broche *d* et de l'arbre *a*, et après avoir été amené et passé par le centre de la plaque, il prend la place de cette âme; alors la machine en tournant commet la moitié du bout de fil restant qu'on déplace et qu'on met au centre, tandis que le nouveau fil qu'on prend au centre est mis à la place de l'ancien qui forme alors l'âme; les deux extrémités des fils se croisent donc l'une l'autre et sont solidement maintenues en place par le frottement. Après que la moitié restante a été commise, on insère de nouveau l'âme et on continue le commettage.

Remarques à l'occasion d'une Note de M. de Pambour.

Par M. A. Morin.

Au sujet du mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter le 23 octobre à l'Académie (voir *le Technologiste*, page 179), et dans lequel sont produits quelques résultats des études que j'ai entreprises sur les machines à vapeur, M. de Pambour a adressé une Note (page 184), où il paraît supposer que je regarde les pressions de la vapeur dans la chaudière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et dans le cylindre comme étant *toujours* peu différentes. Je suis surpris qu'une semblable assertion se produise à l'occasion d'un travail dans lequel j'ai précisément cherché à constater par l'expérience et à calculer, à l'aide des lois du mouvement des fluides, la différence de pression qui s'établit de la chaudière au cylindre, et où j'ai donné de nombreux exemples de différences très-considérables de pression pour une même machine, selon les ouvertures plus ou moins grandes et parfois anormales de la valve régulatrice, et selon la vitesse du piston.

Ainsi, par exemple, j'ai déposé, à l'appui de mon Mémoire, des courbes obtenues avec l'indicateur de Watt, à Indret, par M. Rossin, sur une machine à moyenne pression où, par l'effet des changements considérables survenus dans la résistance, la pression dans le cylindre a été successivement les 0,975, 0,875, 0,468, 0,160 de celle de la chaudière.

Dans la seconde partie, j'applique le calcul à d'autres machines, pour lesquelles, en supposant successivement diverses valeurs aux ouvertures de valves et aux vitesses du piston, je trouve des différences de pression de 1/24, 1/6, 1/4, de la pression dans la chaudière.

Enfin, la machine des ateliers de messageries royales m'a permis de vérifier par l'expérience les résultats obtenus par le calcul, et, si M. de Pambour avait joint aux données qu'il a consignées dans sa note les autres éléments nécessaires, je ne doute pas qu'il n'eût été facile de retrouver à très-peu près les différences de pression qu'il a indiquées.

Les formules dont il s'agit montrent que la différence de pression de la chaudière au cylindre croît proportionnellement : 1° à la densité de la vapeur dans la chaudière ; 2° au carré de la vitesse du piston ; 3° au carré de rapport de l'aire des orifices à celle du piston ; 4° à un facteur dépendant essentiellement de la construction de la machine, et d'autant plus grand que les élargissements et les étranglements des conduits sont plus prononcés et plus nombreux, et que la longueur des tuyaux est plus grande par rapport à leur diamètre.

Dans ce dernier facteur, les termes qui ont la plus grande influence sont : 1° ceux qui sont relatifs au frottement de la vapeur contre les parois, résistance qui, d'après une expérience de M. Rudler, ingénieur de la manufacture des tabacs, paraît suivre la même loi et avoir sensiblement la même intensité que celle qu'éprouve l'air dans les tuyaux de conduite ; 2° celui qui est relatif à l'étranglement produit par le régulateur, ce qui montre, contrairement à ce qui a été avancé, l'effet très-considérable de cette ouverture sur la pression dans le cylindre.

Sans entrer, quant à présent, dans une discussion approfondie, je me borne donc à décliner les opinions que l'auteur me suppose ; mais je profiterai de l'occasion pour rappeler qu'il y a déjà quatorze ans que, dans un mémoire adressé en 1829 au comité de l'artillerie, et inséré en 1830 dans le troisième numéro du *Mémorial* de cette arme, je me suis occupé de rechercher la différence de pression de la chaudière au cylindre de la machine à vapeur de la fonderie de Douai. En tenant seulement compte de l'effet du recouvrement des tiroirs et du jeu de l'excentrique qui, dans cette machine, exercent la principale influence, j'étais parvenu à cette conséquence, que la différence de pression entre la chaudière et le petit cylindre était environ 0,40 de la pression dans la chaudière. Sans attacher aucune importance à cette recherche, où j'avais négligé les pertes de force vive produites par les étranglements qui, dans cette machine avaient peu d'influence, je suis donc fondé à dire que mon opinion sur la différence considérable de pression qui peut parfois exister entre la chaudière et le cylindre, a près de six ans d'antériorité sur des travaux publiés en 1835. Elle est, en outre, fondée sur des considérations qu'on paraît avoir méconnues quand on a dit qu'elles conduisaient à des calculs inextricables, tandis qu'au fond cette recherche présente peu de difficultés.

Au surplus, cette même différence de pression avait été signalée par M. Wood dès 1825, et soumise au calcul par M. Poncelet, en 1828, dans ses leçons à l'école de Metz ; ajoutons qu'étant la cause immédiate du mouvement du fluide, elle aurait encore lieu quand même on ferait abstraction des pertes de force vive et des frottements contre les parois des tuyaux.

Quant aux machines qui auraient été disposées pour travailler habituellement avec des orifices dont l'aire ne serait qu'un centième de celle du piston, tous les ingénieurs instruits n'hésiteront pas à les regarder comme mal proportionnées, précisément à cause de la grande différence que ce rétrécissement des passages produit dans les pressions. Quel que soit, en effet, le rôle que la chaleur joue dans ces phénomènes, cette différence provient des forces vives ac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quises ou perdues et des résistances passives, et par conséquent elle équivaut à une perte de travail, puisque c'est une détente non utilisée ; sans compter les autres inconvénients auxquels entraîne la production à haute tension d'une vapeur qu'on n'utilise qu'à une pression beaucoup plus faible.

Les règles et formules dont les expériences m'ont conduit à justifier l'emploi ne sont donc pas relatives à des cas exceptionnels, mais elles s'appliquent, au contraire, aux proportions adoptées par les bons constructeurs pour les machines fixes marchant à leur état normal, dans lequel la vitesse, toujours assez faible, ne varie qu'entre des limites assez resserrées. Si dans quelques machines, et notamment pour les locomotives, on ne s'est pas conformé à ces règles, c'est qu'on y a été contraint par les conditions du service qu'elles doivent faire, et que jusqu'ici l'on n'a pas trouvé mieux ; mais on est sur la voie, et l'emploi de la détente conduira à diminuer les défauts qu'elles présentent.

Relativement à la loi de Mariotte, quelles que soient les causes encore obscures qui rendent les pressions observées supérieures dans certains cas à celle que j'indique, je maintiens, d'après l'expérience, que, dans les détentes ordinaires, on peut, sans erreur notable, calculer le travail développé à l'aide de cette loi, et que, même dans les détentes prolongées à 1/9 ou 1/10, elle est beaucoup plus approximative que celle qu'on a voulu lui substituer.

Jusqu'à nouvel ordre, nous continuerons donc de nous servir, pour les applications pratiques, de la loi de Mariotte et des formules dans lesquelles les observations et les expériences nombreuses que j'ai pu faire ou réunir depuis plus de douze ans m'ont donné une entière confiance.

Note sur le frottement de roulement des roues en usage sur les chemins de fer.

Par M. DE PAMBOUR.

Les seules expériences qui aient été faites sur le frottement de roulement des voitures en usage sur les chemins de fer, sont celles de Wood (*Traité des chemins de fer*, 3e édition, pages 383-385.) Il a conclu que ce frottement est 1/1000 du poids supporté par les roues. Cependant, comme cet auteur n'a pas tenu compte de la résistance de l'air dans ses expériences, j'ai pensé qu'il serait utile de revoir ses résultats en y introduisant cette circonstance, et c'est le tableau de cette correction que je vais présenter.

Pour tenir compte de la résistance de l'air, je me suis servi de la formule obtenue par M. Thibault dans ses belles expériences, et que j'ai déjà introduite dans mon *Traité des Locomotives*, 2e édit., page 140. En faisant usage des mesures anglaises, pour ne rien changer aux données de Wood, cette formule est la suivante

$$Q = 0.00119 \times 1.17\, \Sigma\, v^2,$$

dans laquelle Q exprime la résistance de l'air en livres, Σ la surface directe du corps en mouvement, en pieds carrés, et v la vitesse du mouvement en pieds par seconde.

De plus, comme les expériences étaient faites avec un système de deux roues de 34.5 pouces de diamètre, montées sur leur essieu, et chargées, pour obtenir le poids voulu, de plusieurs autres essieux attachés au premier, j'ai d'abord soustrait du poids total 400 livres pour représenter les deux roues, et le reste, divisé par 360 livres, qui représente le poids d'un pied cube de fer, m'a donné le volume de fer formant la charge. Celui-ci, divisé par 5, longueur d'un essieu en pieds, m'a donné la section du prisme métallique en mouvement, et par conséquent, en prenant la racine carrée, j'en ai déduit son côté, lequel, multiplié par 5, m'a fait connaître la surface que le prisme exposait au choc de l'air. Ainsi, en y ajoutant 2 pieds carrés pour la surface directe des roues, j'ai obtenu la surface totale du système.

En calculant donc, dans chaque expérience, le frottement total d'après le résultat de Wood, puis en retranchant la résistance de l'air, et enfin divisant le résultat par le poids du système, j'ai obtenu les nombres qui représentent le frottement de roulement corrigé de la résistance de l'air. Les résultats sont contenus dans le tableau suivant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

POIDS des roues chargées.	FROTTEMENT de roulement, sans tenir compte de la résistance de l'air.	VITESSE finale de l'expérience.	SURFACE présentée au choc de l'air.	Résistance de l'air contre le système.	FROTTEMENT de roulement, résistance de l'air déduite.
livres.		pieds par sec.	pieds carrés.	livres.	
595	0.00144	12.51	3.65	0.794	0.00011
656	0.00156	12.48	3.65	0.794	0.00035
2059	0.00118	14.45	6.75	1.976	0.00024
2072	0.00100	13.02	6.75	1.593	0.00023
4480	0.00113	13 15	9.50	2.287	0.00823
				Moyenne.	0.00032

On voit, d'après ce tableau, que les expériences de Wood sur ce sujet ne conduisent pas à admettre, pour le frottement de roulement sur les chemins de fer, $\frac{1}{1000}$ du poids porté par les roues, mais seulement le tiers de cette quantité.

En cherchant, au moyen de ce résultat et de celui obtenu par M. Morin, sur le frottement des essieux ou tourillons, la valeur du frottement total des voitures en usage sur les chemins de fer, observant d'ailleurs que le poids du corps de voiture chargé est 3.90 tonnes, celui de la voiture entière 4.75 tonnes, le diamètre des roues 56 pouces, celui de la boîte d'essieu 1,875 pouce, le frottement des tourillons, d'après M. Morin, 0,054, et enfin le poids d'une tonne de 2240 livres, on trouve :

Frottement des essieux. . . . . $3.90 \times 2240 \times 0.054 \times \frac{1.875}{36} = 24.57$ livres.

Frottement de roulement. . . . . $4.75 \times 2240 \times 0.00032 = \frac{3.40}{27.97}$

Frottement total par tonne. . . . . $\frac{27.97}{4.75} = 5.89$

Rapport du frottement au poids . . . . . $\frac{5.89}{2240} = \frac{1}{380}$.

Ce résultat est d'accord avec celui que j'ai obtenu moi-même dans une série d'expériences directes, comprenant 152 voitures formant un poids de 615 tonnes, et qui m'ont donné, pour le frottement total des voitures, 5.76 livres par tonne ou 1/375 du poids supporté. Du reste, il est clair qu'on pourrait faire des voitures ayant un frottement sensiblement moindre, car on trouve, parmi les expériences de M. Morin sur le frottement des tourillons, beaucoup de cas où le frottement ne s'élevait qu'à 0,035, au lieu de 0,054; et si l'on s'en tient, parmi ses expériences, à celles qui ont été faites sur des coussinets métalliques et avec graissage *continu*, comme cela a lieu dans les voitures des chemins de fer, on trouve pour valeur moyenne du frottement des tourillons 0.049, qui ne porterait le frottement total des voitures qu'à 5.41 livres par tonne, ou 1/414 du poids supporté.

Dans le calcul ci-dessus du frottement total de la voiture, j'ai employé la méthode généralement admise, de le considérer comme la somme du frottement sur l'essieu et du frottement de roulement. Dans des recherches très-délicates sur le tirage des voitures, M. Piobert, lors de l'introduction de son système de roues perfectionnées, avec essieux à double rotation, a montré que l'expression rigoureuse du tirage contient encore un troisième terme qui est fonction des deux premiers. Il a fait voir aussi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que le frottement de l'essieu est réduit, par la rotation de la roue, dans un rapport plus grand que celui du rayon de la boîte au rayon de la roue; mais comme le troisième terme dont il est question plus haut n'a que très-peu d'influence dans le cas d'un sol dur et uni, comme la surface des rails, et que, de plus, les deux corrections dont il s'agit ont lieu en sens contraire l'une de l'autre, ce qui en réduit encore l'effet, je n'ai pas jugé que les expériences eussent une précision suffisante pour qu'on cherchât à les y introduire.

De l'établissement du régime dans la chaudière des machines à vapeur, sous des différences quelconques de pression, entre la chaudière et le cylindre.

Par M. DE PAMBOUR.

Dans plusieurs communications précédentes, j'ai montré, par des expériences directes, que la pression dans la chaudière et la pression dans le cylindre des machines à vapeur, pouvaient différer de quantités très-grandes et très-variables, suivant la charge et les autres circonstances du travail de la machine. Pour compléter ces observations, je me propose maintenant de faire voir, par des considérations théoriques, que l'établissement de ces différences très-grandes et très-variables entre les deux pressions, n'est qu'un effet très-naturel, et qui ne doit nullement surprendre.

Pour cela, il est d'abord nécessaire d'examiner ce qui se produit lorsque la vapeur formée dans une chaudière s'écoule par un orifice quelconque. Supposons qu'une chaudière soit remplie de vapeur à une pression donnée; qu'en outre, le feu étant alimenté uniformément dans le foyer, il continue de se vaporiser par minute une quantité d'eau déterminée. Supposons qu'alors on ouvre subitement un orifice d'une grandeur connue, communiquant avec un vase renfermant un gaz à pression constante. La vapeur commencera immédiatement à s'écouler, et sa vitesse d'écoulement dépendra de la pression dans la chaudière et de la densité de la vapeur sous cette pression. En outre, la masse de vapeur écoulée par minute dépendra de la vitesse d'écoulement, de la densité de la vapeur qui s'écoule, et de la grandeur de l'orifice de sortie. Donc la masse de vapeur qui sortira de la chaudière variera selon la pression de la vapeur dans la chaudière, la densité de cette vapeur et l'aire de l'orifice.

Cela posé, s'il arrive que la masse de vapeur qui s'écoule ainsi par minute soit moindre que celle qui se forme dans la chaudière dans le même temps, la vapeur non écoulée s'amassera dans la chaudière; et, comme l'espace qui lui est réservé est d'une étendue fixe et limitée, il est clair que la densité, et par conséquent la pression absolue de la vapeur dans la chaudière, augmenteront; donc aussi, la vitesse d'écoulement par l'orifice augmentera en même temps. Si, au contraire, la masse de vapeur qui s'écoule par minute en raison de la pression originale dans la chaudière, de la densité correspondante de la vapeur, et de la grandeur de l'orifice de sortie, est plus grande que la masse de vapeur qui continue de se former dans le même temps, il sortira de la chaudière plus de vapeur qu'il ne s'y en forme; donc, la densité et la pression de la vapeur dans la chaudière diminueront, et à mesure que ces deux quantités diminueront, la vitesse d'écoulement diminuera aussi. Par conséquent, dans ces deux cas, la pression, la densité et la vitesse de sortie de la vapeur augmenteront ou diminueront; c'est-à-dire que la pression qu'on aura momentanément produite dans la chaudière ne sera que transitoire, et qu'elle ne s'y maintiendra pas d'une manière permanente. Enfin, s'il arrive que la masse de vapeur qui s'écoule par minute soit exactement égale à celle qui se forme en même temps dans la chaudière, il est clair qu'il n'y aura plus aucune addition ni soustraction faite à la masse de vapeur enfermée dans la chaudière, et par conséquent aucune cause d'accroissement ni de diminution dans sa densité, sa pression et sa vitesse d'écoulement; donc, dans ce cas, c'est-à-dire dans le cas du *régime* ou de l'égalité entre la dépense et la production de vapeur, il y aura permanence d'effets ou permanence dans la pression, la densité et la vitesse de la vapeur.

Or, en appelant P la pression absolue de la vapeur dans la chaudière, D sa densité, V sa vitesse de sortie sous l'influence de la pression P et de la densité D, O l'aire de l'orifice de sortie, et enfin S la masse d'eau vaporisée par minute dans la chaudière, la condition de l'établissement du régime sera exprimée par l'équation

$$S = OVD.$$

Donc, si cette équation a lieu, il y aura permanence d'effets dans la machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'un autre côté, on sait que la densité de la vapeur, en contact avec le liquide et formée sous une pression donnée P, peut s'exprimer en fonction de cette pression, au moyen de formules connues, et j'ai moi-même présenté à cet égard une formule dont la température se trouve éliminée. On peut donc exprimer, d'une manière générale, la densité de la vapeur par une fonction f de sa pression absolue, de sorte qu'on a

$$D = f(P).$$

De même, la vitesse d'écoulement d'un gaz ou d'une vapeur, à la pression P et à la densité D, dans un autre gaz à une pression constante que nous représenterons par p, peut s'exprimer, avec une approximation suffisante, en fonction seulement de la pression P, de la pression p et de la densité D; mais comme nous venons de voir que, dans la vapeur en contact avec le liquide, la densité est elle-même connue en fonction de la pression, nous poserons aussi, d'une manière générale, que la vitesse d'écoulement de la vapeur pourra s'exprimer par une fonction des deux pressions P et p, ou qu'on aura toujours

$$V = \varphi(P, p).$$

Par conséquent, l'équation de condition spéciale et nécessaire du régime ou de la permanence d'effets sera

$$(a) \qquad S = O\,\varphi(P, p)\,f(P);$$

de sorte qu'il suffira de prouver que cette équation existe, dans un cas donné, pour en conclure qu'alors les effets resteront permanents.

Supposons donc que le régime se soit d'abord établi avec la vaporisation S′, la pression P′ et l'orifice O′, l'écoulement ayant lieu d'ailleurs de la chaudière dans un vase ou cylindre contenant de la vapeur à la pression invariable p, on aura l'équation

$$S' = O'\varphi(P', p)\,f(P').$$

Supposons ensuite qu'on arrête la machine, et qu'en changeant l'intensité du feu on change la vaporisation dans la chaudière, de manière que celle-ci devienne S″; qu'on élève en même temps la pression dans la chaudière à la valeur P″ quelconque, mais seulement supérieure à p; et qu'on fixe l'orifice de sortie à la grandeur arbitraire O″. Il pourra, dans ces circonstances, y avoir ou n'y avoir pas régime; mais il est clair que ce régime existera nécessairement toutes les fois qu'on aura l'équation

$$(b) \qquad S'' = O''\,\varphi(P'', p)\,f(P').$$

Or, il est évident qu'on peut satisfaire à cette équation, d'abord en conservant à la vaporisation S″ la valeur S′ qu'elle avait auparavant, c'est-à-dire en faisant S″=S′, mais donnant à O″ une valeur déterminée par la relation

$$O'' = O'\,\frac{\varphi(P', p)\,f(P')}{\varphi(P'', p)\,f(P'')};$$

ou bien en laissant à l'orifice de sortie O″ la valeur O′ qu'il avait auparavant, mais donnant à S″ une valeur déterminée par la condition

$$S'' = S'\,\frac{\varphi(P'', p)\,f(P'')}{\varphi(P', p)\,f(P')};$$

car dans chacun de ces deux cas, en substituant dans l'équation de condition (b), on verra qu'elle se réduit à l'équation (a) qui a été supposée satisfaite.

Donc, en supposant que dans un premier cas le régime se soit établi avec une pression P′ dans la chaudière, très-peu différente de la pression p dans le cylindre, le régime pourra également exister aves une pression P″ *quelconque*, c'est-à-dire différant de la pression p du cylindre dans toutes sortes de proportions; et pour cela il suffira que l'ouverture de la soupape à gorge soit différente si la vaporisation ne l'est pas, ou que la vaporisation dans la chaudière soit changée si la soupape à gorge est restée invariable, ou enfin que ces deux quantités aient subi des variations simultanées. Or, on sait que la soupape à gorge d'une machine se prête à donner au passage de la vapeur toutes les grandeurs possibles, depuis une grandeur presque nulle jusqu'à celle qui est fixée par le diamètre du tube à vapeur; on sait également que la vaporisation de la chaudière peut être portée à tous les degrés qu'on voudra, depuis une valeur extrêmement petite jusqu'au maximum de vapeur qu'elle est capable de produire. Enfin on sait qu'entre des machines diverses il y a des différences très-considérables, tant sous le rapport des passages de la vapeur que sous celui de la vaporisation. Donc, non-seulement dans deux machines différentes, mais encore dans la même machine travaillant dans des circonstances différentes, il pourra se créer des différences quelconques entre la pression dans la chaudière et la pression dans le cylindre; et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il dépendra du machiniste ou du constructeur de la machine, et sans que l'un ou l'autre le sache ou s'en soit rendu compte, d'établir, pour une charge donnée de la machine, une proportion quelconque entre ces deux pressions.

Pour concevoir comment cet effet se produira dans la pratique, supposons que dans une machine à haute pression la résistance totale du piston, et tous frottements compris, soit de 2 kilogr. par centimètre carré; ce qui, en retranchant la pression de l'atmosphère, qui, dans ces machines, exerce son action contre le piston, laisse une résistance effective de 1 kilogramme environ par centimètre carré. Dans ce cas, il est clair qu'une pression effective de $1^{kil.},33$ par centimètre carré dans la chaudière sera plus que suffisante pour surmonter la résistance. Si donc, ayant fait monter la pression *effective* à $1^{kil.},33$ par centimètre carré dans la chaudière, on met la machine en mouvement, il est evident qu'elle exécutera son ouvrage. Seulement, comme la pression dans la chaudière n'excèdera que très-peu la pression dans le cylindre, la machine aura plus de peine à se mettre en mouvement à l'origine du travail, et elle sera plus sujette à se ralentir chaque fois qu'on négligera le feu, parce que la réserve de vapeur dans la chaudière sera peu considérable. Mais, à cela près, la machine travaillera très-bien à la pression effective de $1^{kil.},33$ par centimètre carré; et pourvu que la vaporisation dans la chaudière soit soutenue convenablement ce qu'on reconnaîtra à la stabilité du manomètre, et ce qui s'exécute avec la plus parfaite régularité pendant un temps indéfini, la machine prendra et conservera la vitesse voulue pour le travail; car on sait que la chaudière peut vaporiser autant d'eau par minute sous la pression de $1^{kil.},33$ par centimètre carré, que sous toute autre pression.

Mais actuellement supposons qu'on arrête la machine, et qu'après avoir laissé la pression effective dans la chaudière monter à $2^{kil.},66$ par centimètre carré, on remette la machine en mouvement, elle exécutera son ouvrage comme auparavant. Seulement, dans le moment où l'on réglera le gouverneur pour avoir la vitesse convenable au travail régulier, il faudra fixer la soupape à gorge à une moindre ouverture que dans le cas précédent. Ainsi, la machine travaillera, dans ce second cas, comme dans le premier, en ayant l'avantage toutefois de se mettre plus facilement en mouvement, et de maintenir plus facilement sa vitesse. Mais l'on verra, dans le premier cas, la pression de la vapeur dans la chaudière être à peu près la même que dans le cylindre, et dans le second, la pression dans la chaudière être le double de la pression dans le cylindre.

Nous venons de dire que si, dans les deux cas considérés, la vitesse de la machine doit être maintenue la même, il faudra que la soupape à gorge soit fixée à une moindre ouverture dans le cas de la plus forte pression. Mais si le travail de la machine n'exige pas cette condition, comme cela arrive fréquemment dans les machines stationnaires, que l'on fait quelquefois travailler à raison de 50 mètres, et d'autres fois à raison de 100 mètres par minute, pour le piston, et comme cela a toujours lieu dans les locomotives et dans les machines de bateaux à vapeur, alors on pourra laisser la soupape à gorge ouverte, dans le second cas, au même point que dans le premier. Il en résultera que, pour maintenir la pression effective à $2^{kil.},66$ par centim. carré dans la chaudière, malgré la grandeur du passage de la soupape à gorge, il faudra augmenter considérablement la vaporisation; mais si les dimensions du foyer et de la chaudière se prêtent à cette augmentation, ce qui est à croire d'après l'excès de puissance qu'on est, avec raison, dans l'habitude de leur donner, ou plutôt si, dans le premier cas considéré, on s'était contenté de produire dans la chaudière une vaporisation très-modérée, il sera possible de remplir la condition voulue. Alors, dans les deux cas, la charge de la machine sera exactement la même, ainsi que l'ouverture de la soupape à gorge; et cependant, dans un cas, la pression effective dans la chaudière sera de $1^{kil.},33$, tandis que, dans le second, elle sera de $2^{kil.},66$ par centim. carré.

Ces résultats sont précisément ceux que j'ai obtenus moi-même dans les expériences que j'ai fait déjà connaître (voir *le Technologiste*, 3e ann., p. 467). En comparant les expériences II et III de chaque machine citée dans cette note, on verra que la résistance du piston, et par conséquent la pression dans le cylindre, est restée la même dans les deux cas, ainsi que la soupape à gorge, et que cependant la pression effective dans la chaudière a été de $2^{kil.},66$ par centimètre carré dans un cas, et de $1^{kil.},33$ par centimètre carré dans le second, de sorte que le rapport entre la pression dans le cylindre et la pression dans la chaudière, avec même charge et même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

orifice des passages, a varié du double au simple.

Donc, il est impossible d'admettre que dans les machines à vapeur il y ait un rapport constant quelconque entre la pression dans le cylindre et la pression dans la chaudière.

Observations relatives aux précédentes notes de MM. Morin et de Pambour, sur la théorie et le calcul des machines à vapeur.

Par M. PONCELET, de l'Institut.

Malgré la répugnance que j'éprouve à prendre la parole dans la discussion qui vient de s'élever entre MM. Morin et de Pambour, mon nom ayant néanmoins été plusieurs fois prononcé, je crois ne pouvoir garder davantage le silence, et je considère comme un devoir de jeter quelque lumière sur le fond de la question, en exposant le but que je m'étais proposé d'atteindre dans des recherches déjà très-anciennes, sur la théorie des effets de la vapeur, recherches que MM. Pambour et Morin ont mentionnées dans les Notes.

Lorsque, en 1826, j'exposai aux élèves de l'école d'application de Metz, les formules qui servent de base aux calculs de l'effet des machines à vapeur employées le plus ordinairement dans l'industrie, j'avais admis, avec tous les ingénieurs qui s'étaient occupés avant moi de ces calculs, que la machine travaillait d'une manière régulière, à de faibles vitesses et dans de bonnes conditions d'installation et de fabrication, soit sous le rapport de la grandeur des orifices d'admission ou d'évacuation, soit sous celui de la production même de la vapeur; par conséquent la différence entre les pressions dans la chaudière et dans le cylindre, qui est nécessaire pour maintenir l'écoulement de cette vapeur au travers des conduits d'amenée, était censée une fraction de la première de ces pressions, sensiblement constante dans chaque genre de machine et assez faible pour être négligée ou comprise parmi les pertes, les résistances de tous genres qu'éprouve inévitablement un pareil système.

Et, comme ces pertes, variables dans chaque cas, ne peuvent être évaluées que d'une manière peu certaine et par des calculs pénibles, j'appliquais à la formule qui exprime le travail de la vapeur sur le piston ou les pistons mobiles de la machine, des coefficients de réduction à peu près constants pour chaque genre distinct de système, et analogues à ceux qui sont généralement admis dans la théorie mécanique des autres moteurs. Ces coefficients avaient été déduits de la comparaison des résultats de la formule avec ceux de l'observation directe, et les nombreux levés de machines à vapeur exécutés annuellement par les élèves de l'école d'application de Metz, les recherches expérimentales entreprises postérieurement sous les auspices de la Société industrielle de Mulhausen, celles surtout dont M. Morin vient de discuter les résultats nombreux et précis dans un dernier mémoire présenté à l'Académie, ont de plus en plus constaté la suffisante exactitude pratique de ces mêmes coefficients, ainsi que des règles ou formules qui les réclament, et qui n'étaient aucunement destinées à calculer l'effet des machines à vapeur dans les circonstances exceptionnelles autant que défavorables, où se trouvent par exemple les locomotives des chemins de fer.

M. de Pambour, qui était peu au courant de cette méthode lorsqu'il entreprit de la critiquer dans ses ouvrages et mémoires divers, publiés depuis 1833, lui rend aujourd'hui justice comme méthode pratique applicable à certaines machines industrielles; mais il insiste sur le fait que bon nombre d'autres machines travaillent régulièrement sous des conditions très-différentes de celles que l'on vient de rappeler, ce qui rend indispensable l'adoption de formules et de théories plus parfaites. Il cite notamment plusieurs machines de Cornouailles qui présentent d'excellents résultats avec des orifices d'admission dont l'aire est au plus le 1/10 ou même le 1/100 de celle du piston; circonstances qui, réunies à d'autres, réduisent la pression dans le cylindre, des 0,80 aux 0,55 de celle qui a lieu dans la chaudière. Mais, sans contester en aucune manière l'utilité qu'il y aurait à pouvoir appliquer le calcul à ces sortes de machines, on n'en doit pas moins les considérer comme se trouvant dans des circonstances désavantageuses comparativement à ce qu'elles seraient si l'on avait su éviter les diminutions de pression qui sont la conséquence nécessaire du rétrécissement des conduits ou orifices d'admission et de l'accélération même du mouvement.

Pour s'en convaincre *à priori*, il suffit de remarquer, avec M. Morin, que de pareilles diminutions proviennent essentiellement d'une perte de force vive, laquelle entraîne une perte correspondante du travail moteur; mais, si l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se reporte à la formule qui, pour les machines à détente, donne la valeur explicite de ce travail dans l'hypothèse de la loi de Mariotte, on s'en rendra un compte plus précis en observant que le terme relatif à la détente de la vapeur sous le piston, terme dont l'influence est considérable dans les machines précitées, exprime le logarithme népérien du rapport de la pression avant detente à celle qui a lieu après, et doit éprouver une notable diminution quand le rétrécissement des orifices vient réduire la première de ces pressions, la pression initiale sous le piston, au tiers ou à la moitié de la valeur qu'elle possède dans la chaudière ou qu'elle aurait par l'adoption de dispositions meilleures.

Ce raisonnement, du reste, ne serait que légèrement modifié dans ses conséquences, si, au lieu de la formule obtenue dans l'hypothèse de la loi de Mariotte, on se servait de la formule analogue qu'on a prétendu lui substituer sans motifs nécessaires, comme le montrent les récentes recherches de M. Morin.

De nombreuses expériences ayant d'ailleurs fait voir que les pertes de force vive ou de travail, éprouvées par les fluides dans leur passage au travers des orifices et conduits, sont principalement dues au frottement et aux tourbillonnements dont l'existence est indépendante de la nature de ces fluides, il en résulte, conformément encore à l'opinion énoncée par M. Morin, que des pertes semblables doivent être admises pour la vapeur, quel que soit d'ailleurs le rôle que l'on prétend faire jouer à la chaleur et à l'élasticité des molécules dans des changements de mouvement aussi rapide. Or, on diminuera notablement les pertes dont il s'agit, et l'on augmentera, par suite, l'effet utile de la machine lors des réductions permanentes de la résistance et de la masse de vapeur à injecter, non pas en fermant plus ou moins la soupape d'admission, mais bien en disposant le mécanisme des tiroirs de manière à faire agir d'abord cette vapeur à pleine pression, pour la laisser se détendre ensuite librement sous les pistons. L'avantage considerable que l'on a généralement trouvé dans l'emploi de la detente, suffit d'ailleurs pour justifier *à posteriori* l'utilité d'une pareille disposition, aujourd'hui très-facile à réaliser.

A la vérité, M. de Pambour soutient que le retrécissement du conduit d'admission dans les machines anglaises, sert à empêcher une déperdition de force provenant de la projection de l'eau dans le cylindre lorsqu'elle traverse les orifices beants; mais, pour apercevoir l'inexactitude d'une telle assertion, il suffit de remarquer que la projection dont il s'agit est moins le résultat de la grandeur des ouvertures, que de la grandeur même de la difference des pressions ou de la vitesse sous laquelle l'introduction de la vapeur s'opère, et qu'il est toujours possible d'amoindrir par le dispositif mentionné.

Cette considération a d'autant plus d'importance, que déjà, en effet, beaucoup de machines à vapeur, qui doivent travailler sous des résistances susceptibles de changements considérables, portent des mécanismes à *détente variable*, qui agissent pour modifier uniquement la durée de l'*admission en plein* ou l'étendue de la détente, et non pas l'intensité de la pression primitive. Enfin, ce n'est pas trop se hasarder que de prédire qu'un pareil dispositif ne tardera pas à être généralement appliqué aux locomotives elles-mêmes et aux machines plus ou moins analogues, qui dès lors, rentreront dans les conditions normales ou de maximum, que supposent les méthodes de calcul enseignées à l'école d'application de Metz.

M. de Pambour ayant voulu citer, dans la note communiquée récemment (voir page 184), les tentatives que j'ai faites en vue d'établir une théorie de la machine à vapeur plus générale et plus exacte que celle que j'avais exposée dans mes leçons de 1826, je crois devoir entrer dans quelques développements pour montrer que ces tentatives étaient plus avancées qu'il ne semble le croire.

J'avais, en effet, très-bien senti dès ces premières leçons qu'il était des circonstances où des vices de construction, des défauts de proportions, ou bien la variabilité même du but à remplir, obligeaient à se servir de la vapeur sous des conditions plus ou moins défavorables, et pour lesquelles sa tension primitive devait éprouver de fortes réductions à son passage dans le cylindre. La suspension de mon cours, causée par une douloureuse maladie, m'empêcha de donner suite à ces idées en 1827; mais, lorsque j'exposai, en février de l'année suivante, la théorie des machines à vapeur, je fis, à ce que j'en avais dit précédemment, deux additions principales, lesquelles, à cause de la complication des calculs ou de l'incertitude qu'offraient alors les données et les hypothèses sur lesquelles j'étais obligé de m'appuyer, n'ont point été reproduites dans les lithographies de ce cours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° J'ai présenté aux élèves une série de formules propres à calculer les résistances passives des pièces matérielles des machines à piston, mues par des bielles et des balanciers, en y comprenant la résistance des pompes accessoires.

Ces formules ayant été subséquemment appliquées, par les élèves, à des machines à vapeur et à des machines soufflantes à cylindres, ont donné des résultats suffisamment conformes à ceux de l'expérience, et qui justifient ainsi l'adoption des coefficients de réduction constants mentionnés plus haut et repoussés par M. de Pambour, qui leur substitue l'évaluation, non moins incertaine et arbitraire, de la résistance par unité de surface du piston.

2° Je fis voir, d'une manière à la vérité sommaire, comment on pourrait soumettre approximativement au calcul la question relative à la réduction qu'éprouverait la pression motrice dans le cas où le dispositif des conduits ou orifices d'admission donnerait lieu à une perte de force vive notable. En ayant égard à la variabilité du mouvement du piston pendant l'étendue de chacune de ses courses successives, et adoptant les hypothèses dont on se sert ordinairement pour calculer le mouvement varié des fluides censés incompressibles, j'arrivai à deux équations principales dont l'une, en quantités finies, exprime les lois de l'écoulement dans les conduits d'amenée, en ayant égard aux pertes de forces vives et à la différence inconnue des pressions aux extrémités, tandis que l'autre, purement différentielle et du premier ordre, exprime la loi qui lie cette différence à la loi même du mouvement du piston, laquelle, à son tour, dépend de l'organisation matérielle de la machine ou des résistances à vaincre, et peut être soumise *à priori* au calcul, ou observée directement à l'aide d'opérations très-simples et très-facilement réalisables (1).

Le Mémoire publié en 1830, par M. Morin, dans le IIIe numéro du *Mémorial de l'Artillerie*, contient, au sujet des expériences qu'il a faites sur les machines à vapeur de la fonderie de Douai, une trace de ces dernières recherches, suffisante pour en donner une idée, et pour montrer qu'elles n'ont aucun rapport avec celles qui, longtemps après, ont occupé M. de Pambour dans l'exposé de ses utiles expériences sur les locomotives des chemins de fer. En effet, loin de considérer la pression sous le piston moteur comme totalement indépendante de celle qui a lieu dans la chaudière, ce qui serait une grave erreur, on a vu qu'elle lui était étroitement liée en vertu d'une équation différentielle qu'il est toujours possible de résoudre par les méthodes d'approximation connues, soit quand la pression sous le piston ou la résistance égale et directement contraire est immédiatement donnée, soit quand c'est au contraire la pression dans la chaudière qui est connue *à priori* par des observations toujours faciles quand la machine est construite et en pleine activité.

Malgré l'incertitude des hypothèses sur lesquelles reposent de pareilles formules, incertitude dont je suis loin de vouloir contester l'importance théorique, les résultats des nouvelles et consciencieuses recherches de M. Morin, entreprises, je puis le dire, en dehors de toute préoccupation étrangère aux intérêts de la science, n'en autorisent pas moins à admettre que cette manière d'envisager la théorie des machines à vapeur employées dans des conditions anormales, est aujourd'hui encore la plus satisfaisante, la moins imparfaite, parce que, tout en étant suffisamment exacte pour les applications pratiques, elle met les ingénieurs en mesure de calculer ou de prévoir les effets de ces machines, sans les obliger de recourir à des expériences souvent impossibles, comme, par exemple, lorsqu'il s'agit de simples projets. En outre, je considère les équations mentionnées plus haut comme un élément indispensable de la question, et sans lequel sa solution demeurerait incomplète.

Sous ce point de vue, il est vivement à désirer que l'attention des physiciens et des ingénieurs se portant plus particulièrement sur les phénomènes que présente l'écoulement des fluides élastiques (gaz ou vapeurs), on arrive à des formules, à des lois moins entachées d'empirisme et d'arbitraire que celles que nous possédons aujourd'hui, et dont les moins inexactes encore paraissent se rapporter (1) à l'hypothèse où l'on suppose que la densité de ces fluides ne subit que de très-faibles diminutions pendant leur rapide trajet au travers des conduits et étranglements; de sorte que la majeure partie de la détente s'opère

(1) Le temps ne m'ayant pas permis de rapporter ici les équations dont il s'agit, j'y reviendrai dans une note subséquente.

(1) Voyez à ce sujet un intéressant Mémoire publié en 1839, par MM. Barré de Saint-Venant et Wantzel, dans le XXVIIIe cahier du *Journal de l'École Polytechnique*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

après leur arrivée dans l'espace extérieur, et cela suivant des circonstances de température et de pression très-distinctes de celles que suppose la loi de Mariotte ou toute autre loi analogue qui ne tiendrait pas compte de la rapidité des mouvements et de l'influence des tourbillonnements, source principale, je le répète, des pertes de force vive qui ont lieu dans ce cas, mais qui ne se reproduisent plus dans ceux où la détente se fait en quelque sorte parallèlement et avec lenteur sous les pistons moteurs.

Quant à la manière dont on doit, dans le calcul des machines à vapeur, avoir égard à ce que M. de Pambour nomme la *force de vaporisation de la chaudière*, outre que la considération n'en avait pas été négligée avant l'époque des travaux de cet habile expérimentateur, puisque l'on ne manquait jamais de proportionner les dimensions de la chaudière et du foyer à l'effet dynamique qu'il s'agissait de produire, et cela d'après les règles qui n'ont point subi de changement essentiel, il faut encore observer que la manière dont il fait intervenir cette force dans le calcul, sans tenir aucun compte de ses déchets, suppose, comme pour la pression effective de la vapeur sur le piston, qu'on puisse l'évaluer par des expériences directes, même dans le cas où des changements considérables et plus ou moins permanents, survenus dans l'intensité de la résistance utile ou dans la rapidité du mouvement, amèneraient des changements pareils de tension dans la chaudière; ce qui paraît très-délicat et pour ainsi dire impossible, à cause des irrégularités inévitables du tirage, de l'alimentation du foyer, etc.

Au surplus, en présentant ces réflexions, je suis loin de méconnaître le mérite des travaux de M. de Pambour sur les machines locomotives; mais j'ai seulement voulu montrer les différences capitales qui existent entre les théories de cet auteur et celles dont la justification vient récemment d'occuper M. Morin.

Rapport à M. le ministre des travaux publics sur le chemin de fer atmosphérique de Kingstown à Dalkey, en Irlande.

Paris, ce 28 novembre 1843.

Monsieur le ministre,

Vous m'avez demandé le compte sommaire de la visite que je viens de faire, d'après votre ordre, au chemin de fer atmosphérique établi en Irlande, de Kingstown à Dalkey. J'ai l'honneur de vous l'adresser.

Le chemin de Kingstown à Dalkey est destiné à faire suite à celui de Dublin à Kingstown. Ce dernier, établi dans les conditions ordinaires des chemins de fer, reçoit environ 4,500 personnes par jour.

A partir du point de jonction des deux chemins, et en allant vers Dalkey, l'on descend d'abord, avec une faible pente, sur 263 mètres, puis on monte constamment. La pente totale, sur 2,760 yards (2,512 mètres 64 centimètres), est de 71 pieds $\frac{1}{2}$ (21 mètres 60 centimètres). Elle n'est pas uniformément répartie sur toute la longueur. De 0,0046 et 0,0047 par mètre sur quelques points, elle s'élève sur d'autres jusqu'à 0,0100 et même jusqu'à 0,0175. Ce chemin s'écarte ainsi de nos conditions de pente accoutumées. Quelques-unes de ces pentes seraient regardées, sur un chemin à locomotives, comme des plans inclinés. Sous le rapport du tracé, en projection horizontale, le chemin atmosphérique ne s'écarte pas moins des conditions exigées. Il est très-sinueux et les courbes se succèdent presque partout, sans raccordements rectilignes. Les rayons de ces courbes sont très-faibles. Je vois, sur le plan, un arc de cercle qui n'a pas moins de 70 degrés, et dont le rayon n'est que de 580 pieds (176 mètres 90 centimètres). Les rayons les plus faibles que nous admettons pour chemins à locomotives sont de 800 mètres, excepté aux abords des stations, où la vitesse est peu considérable; mais jamais nous ne descendons à un rayon aussi court que celui que je viens de citer.

Le chemin de Kingstown à Dalkey se trouve donc, en plan et en élévation, dans des circonstances exceptionnelles, en le comparant aux autres chemins de fer.

La condition de pente est de rigueur. Il n'en était pas de même du tracé en projection horizontale; mais la compagnie du chemin de Dublin à Kingstown n'a pas pu le faire moins défectueux, obligée qu'elle était de suivre le chemin d'exploitation par lequel on conduit, au port de Kingstown, les blocs de granit extraits à Dalkey et aux environs et destinés à former les jetées de ce port.

Avant de parler de mes expériences, j'entrerai dans quelques détails sur le système atmosphérique. Je les regarde comme nécessaires pour l'intelligence de la suite de ce rapport.

On sait que la pression de l'atmo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sphère sur une surface donnée est à peu près la même qu'exercerait, sur cette surface, une colonne d'eau de 10 mètres 40 centimètres, ou de 0,76 de mercure, ce métal pesant environ 13 fois et demie autant que l'eau. On sait aussi que c'est au ressort de l'air que l'on doit la propriété des pompes. Si un tube plonge dans l'eau, et que l'on puisse ôter l'air contenu dans l'intérieur de ce tube, l'eau pressée extérieurement par l'air atmosphérique montera jusqu'à ce que son poids fasse équilibre à cette pression.

Les auteurs du système atmosphérique ont mis à profit cette propriété de l'air. Je suppose un tube ou tuyau d'une certaine longueur, de 100 mètres par exemple, placé sur le sol; il est bouché à une extrémité; dans l'autre est engagé un piston qui ferme hermétiquement le tube, mais qui peut se mouvoir en frottant doucement contre sa surface intérieure. Près de l'extrémité opposée à celle par laquelle j'introduis le piston est un autre tuyau communiquant avec le premier par un bout, et par l'autre avec une machine pneumatique. Les choses étant dans cet état, si, au moyen de cette machine, j'aspire l'air contenu dans les tuyaux, le piston marchera, et marchera d'autant plus vite que l'air intérieur sera plus vite aspiré. Il est possible de produire une vitesse très-considérable en retenant le piston pendant quelque temps, la machine continuant d'agir. Qu'arrive-t-il dans cette opération? A mesure que l'air du tuyau est aspiré, la pression diminue sur la face intérieure du piston, et l'atmosphère presse toujours de tout son poids sur la face d'arrière. La différence, en supposant le piston resté en place, va toujours en augmentant. Elle serait la plus grande possible si le vide était parfait dans le tube; mais c'est ce que les meilleures machines pneumatiques ne peuvent produire. Aux dernières limites il se forme d'ailleurs de la vapeur d'eau. Dans l'hypothèse d'un vide complet, la surface antérieure du piston n'éprouverait aucune pression, et celle d'arrière serait chargée de tout le poids de l'atmosphère. On sait que ce poids est de $1^{kil.},033$ par centimètre carré, ou de 15 livres par pouce carré (mesures anglaises). Si donc le piston avait une surface de 100 pouces, il serait poussé, dans le tube, par une force de 1,500 livres. Il pourrait tirer un poids fort considérable, car cette force équivaut à celle d'environ 15 chevaux.

Mais avec un piston ainsi enfermé dans un tube, il serait bien difficile de profiter de la force produite. S'il s'agissait de 100 mètres, comme je l'ai supposé, même de 200, l'on conçoit que l'on puisse attacher à ce piston une corde d'une longueur égale; mais pour faire l'application de ce principe à l'exploitation des chemins de fer, il faut pouvoir agir sur toute longueur. C'est là le problème que MM. Clegg et Samuda ont résolu. Ils fendent leur tuyau d'un bout à l'autre, et, par la fente, ils font passer une tige qui attache le piston moteur à un wagon, ce qui, par conséquent, lui communique son mouvement. Si le tuyau est fendu, il n'y a pas de vide possible; ils ferment la fente au moyen d'une soupape longitudinale en cuir portant des armatures en fer pour résister à la pression atmosphérique. Le piston, qui a plus de 6 mètres de longueur, porte des roues ou galets qui soulèvent cette soupape afin de donner passage à la tige. A l'endroit où se trouve la tête du piston, il bouche hermétiquement le tube, la soupape n'étant pas encore levée, de sorte que le vide existe devant lui. La soupape levée introduit derrière l'air qui le pousse. Lorsque la tige est passée, la soupape se ferme, et une roue pesante qui passe dessus vient la faire joindre avec le tube; une composition de cire et de suif, liquéfiée à chaque passage, bouche les interstices. A ce moyen ingénieux, les inventeurs en ont ajouté d'autres que je vous ferai connaître dans le rapport détaillé que j'aurai l'honneur de vous adresser.

J'en viens maintenant à mes expériences. Je les ai faites par un beau temps, les 12, 14 et 15 de ce mois. J'ai rencontré un auxiliaire plein d'intelligence dans M. Joseph Samuda, frère de l'un des inventeurs du système.

La première que j'ai dû faire est relative au vide obtenu dans le tube de propulsion. Ce vide est opéré par un appareil pneumatique que met en mouvement une machine à vapeur placée près de l'extrémité supérieure du chemin. La pression atmosphérique est mesurée, comme on sait, par une colonne de mercure de 30 pouces anglais (76 centimètres) de hauteur. J'ai constaté que, dans un baromètre mis en communication avec le tube, le mercure s'élevait jusqu'à 25 pouces, et cela dans un espace de temps de huit à neuf minutes. Plusieurs expériences faites après le passage du convoi m'ont donné des résultats à peu près semblables. J'ai remarqué que plus il passait de convois sur le chemin, plus vite on obtenait la hauteur de 25 pouces.

Il résultait de cette hauteur que le piston, pressé sur sa face d'arrière par le poids de l'atmosphère, qui équivaut à 15 livres (avoir-du-poids) par pouce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carré, ne l'était, sur sa face antérieure, que par un poids égal au sixième de ces 15 livres, c'est-à-dire à 2 livres 1/2. La force propulsive était donc de 12 livres 1/2 par pouce superficiel, et comme la surface du piston est de 176 pouces, l'on avait, à cette hauteur du baromètre, une puissance de $176 \times 12{,}50 = 2{,}200$ livres ; mais, en general, l'on n'a pas besoin de cette force pour partir et marcher. On peut très-bien le faire à une hauteur de 13 pouces, fournissant une force de plus de 1,300 livres, et même à une hauteur moindre.

Le système a cela de particulier et d'avantageux que si la machine pneumatique fait le vide plus vite que le piston n'avance, la force propulsive augmente ; c'est ce qu'on reconnaît à l'ascension du mercure dans le baromètre.

Après avoir reconnu que le vide était obtenu d'une manière plus parfaite qu'on n'aurait osé l'espérer, je me suis occupé de la vitesse ; je rapporterai ici quatre expériences.

1° Avec un convoi pesant 38 tonnes (la tonne anglaise est de 2,240 livres), le baromètre marquant 25 pouces, l'on a monté en 3 minutes 15 secondes. Par prudence l'on a employé les freins pour franchir les courbes, ce qui a produit un ralentissement. Le maximum de vitesse, dans cette expérience, a été de 40 milles (16 lieues) à l'heure.

4° Avec le même convoi, l'on est monté en 3 minutes 7 secondes : maximum de vitesse, 45 milles (plus de 18 lieues).

3° On est parti, le baromètre marquant 8 pouces avec le même convoi ; pendant le trajet le baromètre est monté jusqu'à 20 pouces ; le voyage a été effectué en 4 minutes 30 secondes. Sur quelques points l'on a marché à 30 milles (12 lieues).

4° Enfin, le baromètre marquant 25 pouces, l'on est parti avec un convoi de 60 tonnes ; le temps du trajet a été de 5 minutes 20 secondes.

Pour descendre, l'on a employé la gravité. A cet effet, l'on a rangé le piston de côté (ce qui se fait avec la plus grande facilité), afin qu'il ne rencontrât pas le tube. Le temps de la descente a été d'environ 3 minutes ; le mouvement était ralenti par le frottement dans les courbes. Je n'ai rien à dire de ce moyen usité sur plusieurs chemins de fer.

Le service exige que l'on s'arrête à l'instant où on le veut. J'ai fait aussi cette expérience, mais c'est au moyen de frein que le convoi a été arrêté. Je n'ai point dissimulé à M. Jacob Samuda, qui, avec M. Clegg, a inventé le système atmosphérique, les objections que l'on fait contre ce moyen d'arrêt. Il m'a répondu qu'il substituerait à l'emploi des freins celui d'une soupape et d'un piston d'arrière, lequel, à volonté, permettrait ou empêcherait le passage de l'air. En fermant la soupape, le piston, tenu plein, ferait le vide en marchant et le convoi s'arrêterait ; pour repartir, l'on n'aurait qu'à ouvrir le registre du piston.

Pendant trois jours consécutifs, le chemin atmosphérique n'a pas cessé d'être en activité. Une foule de peuple envahissait les wagons, et un grand nombre de personnes de la haute société de Dublin avaient été attirées par la curiosité. La compagnie du chemin de fer a amplement satisfait cette curiosité par des voyages multipliés, de sorte que l'on peut dire que le chemin était réellement en exploitation ; pendant ce temps il n'est pas arrivé le moindre accident. Sur un pareil chemin la sécurité peut être regardée comme complète.

Il résulte de ce qui précède, M le ministre, que le problème est résolu pour un chemin de 2,800 mètres de longueur. Quand le chemin de Kingstown à Dalkey sera livré au public, et cela sera sous peu de jours, les choses se passeront comme elles se sont passées pendant les trois jours d'expériences ; seulement il y aura plus d'ordre et de régularité dans le service. On ne doit pas oublier d'ailleurs, M. le ministre, que ce chemin est dans de mauvaises conditions de tracé, ce qui était contraire au succès de l'épreuve.

La première question qui vient à l'esprit, est celle de savoir si ce procédé pourra s'appliquer à des chemins plus étendus. Nous n'avons jusqu'ici ni interruption de tube, ni croisement de convois, ni plusieurs autres circonstances qui se présenteront dans l'exploitation d'un chemin à long parcours. Je n'affirmerai rien à l'égard de cette question ; toutefois, je crois pouvoir dire, sans sortir d'une sage réserve, que les conversations que j'ai eues à ce sujet avec M. Jacob Samuda, à qui j'ai reconnu un esprit remarquable d'invention et une grande loyauté de caractère, ainsi que les réflexions que j'ai faites moi-même, me portent à penser que *le problème peut être résolu pour une longue ligne aussi bien que pour une courte*. Ce n'est point ici le lieu d'entrer dans des développements à cet égard ; je le ferai plus tard, et je solliciterai de vous un essai, car l'avenir des chemins de fer en France est fortement intéressé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la question. Je pense qu'un chemin comprenant trois ou quatre machines fixes serait suffisant pour sa solution complète. La grande dépense serait celle du tuyau, car les machines, si l'essai n'avait pas de succès, pourraient être revendues; la voie est exactement la même que celle d'un chemin à locomotive, seulement il ne faudrait pas perdre l'avantage que présente le système atmosphérique pour les pentes fortes; l'on en ferait une condition de l'essai, dût on faire ensuite quelques terrassements pour revenir au système locomotif.

Je terminerai ce rapport en vous disant, M. le ministre, que j'ai rencontré en Irlande toutes les facilités possibles pour les expériences, autant que j'en aurais eu en France. J'ai déjà parlé de M. Joseph Samuda, j'ai aussi trouvé un grand secours dans M. James Bonfil, mon zélé et intelligent interprète; je ne dois pas oublier M. Pim, trésorier de la compagnie du railway de Dublin à Kingstown. Promoteur éclaire du système atmosphérique, c'est à ses efforts persévérants et à la considération grande et méritée dont il jouit à Dublin, que l'on doit l'établissement du chemin de Kingstown à Dalkey; il a veillé avec soin à ce que rien ne manquât pour les expériences.

Je vais maintenant, M. le ministre, m'occuper de la rédaction du rapport que je dois vous adresser sur l'intéressant sujet que je viens de traiter sommairement. Après les développements nécessaires pour mes expériences et sur leurs résultats, je m'occuperai des questions de dépenses, soit pour l'établissement du chemin, soit pour son exploitation. Je comparerai ces dépenses avec celles auxquelles donne lieu, dans les mêmes circonstances, le système actuel des chemins de fer.

Je suis, etc.,

MALLET,

Inspecteur divisionnaire
et adjoint des ponts et chaussées.

Chemin de fer hydraulique.

A peine les dernières nouvelles de Dalkey confirment-t-elles l'éclatant succès du système des chemins de fer atmosphériques, que déjà un ingénieur anglais, du nom de Shuttleworth, propose, sous la dénomination de chemins de fer hydrauliques, un autre système qui l'emporterait sur tous les autres. L'inventeur, qui a déjà obtenu un brevet pour son système, développe, dans une brochure de 100 pages, les avantages des chemins hydrauliques, et cette brochure est digne, sous tous les rapports scientifique et historique, de l'attention de tous ceux qui s'intéressent aux chemins de fer.

Comme l'indique suffisamment son nom, ce système repose sur le principe de l'obtention d'une force motrice, au moyen de la pression hydraulique. A cette fin, on élèvera le long du railway, jusqu'à une hauteur de 60 mètres au-dessus du niveau du chemin de fer, de vastes réservoir d'eau, lesquels seront de deux espèces : les réservoirs principaux, et les réservoirs intermédiaires. Les premiers seront établis à chaque station et serviront à approvisionner d'eau, au moyen de tuyaux horizontaux, les réservoirs secondaires dont il y aura un certain nombre, de distance en distance entre les stations. Un second mécanisme de tuyaux courbes conduit l'eau des réservoirs dans les canaux de propulsion ou cylindres, qui font marcher le convoi sur le railway. Ces cylindres seront placés entre les rails, et ils devront avoir une longueur de 200 mètres et une largeur intérieure de 33 mètres. Dans toute leur longueur régnera, à leur côté supérieur, une ouverture comme celle qui est pratiquée aux tuyaux en fer du chemin de fer atmosphérique, et pour y remplir le même office.

On voit par là que ce système repose sur le même principe que celui du chemin de fer atmospherique, avec cette différence que c'est la pression de l'eau, au lieu de celle de l'air, qui sert de force motrice, et que le mouvement moteur est obtenu d'une autre manière.

La pression de l'eau, qui descendra de 60 mètres de hauteur dans les tuyaux verticaux, sera telle que l'inventeur assure qu'avec une pression hydraulique de cinq ou six atmosphères, on pourra obtenir une vitesse de 44 kilomètres par heure. Il assure en outre qu'avec son système, les chemins de fer pourront franchir les montagnes comme des routes ordinaires, puisqu'on pourra monter des rampes de 1 à 20, c'est-à-dire de 50 mètres d'inclinaison sur une longueur d'un kilomètre, sans que la rapidité de la marche en souffre considerablement. Si M. Shuttleworth peut réellement parvenir à ce résultat, il faut reconnaître que son système mérite, sous ce rapport, la préférence sur tous ceux qui sont connus jusqu'ici.

Quant aux frais d'établissement, le système hydraulique présente à peu près les mêmes économies que le système

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

atmosphérique. M. Shuttleworth établit par des chiffres que le chemin de fer de Londres à Hough, d'une longueur de 29 kilomètres, coûtant 145,424 livr. sterling pour le système des locomotives à la vapeur, ne coûterait pour le sien que 41,216 livres sterling, et il prétend que l'économie serait encore plus considérable si la contrée était plus montagneuse.

Les économies dans les frais d'exploitation seraient encore plus importantes, par la raison que les chemins de fer hydrauliques n'exigent ni machines à vapeur, ni locomotives, ni combustibles.

Ce système n'étant encore qu'à l'état de simple théorie, ne peut pas être entièrement apprécié tant que le côté pratique n'en aura pas été éprouvé. Toutefois il ne faut pas oublier qu'à sa première apparition, le chemin de fer atmosphérique a été accueilli avec la plus grande défiance, et qu'actuellement on reconnaît de bien des côtés sa supériorité sur le système des railways à locomotives.

Des moyens pour faire circuler sous terre les courants électriques.

Par M. M.-H. Jacobi, de Saint-Pétersbourg.

La plus grande difficulté qu'on éprouve dans l'établissement des télégraphes électro-magnétiques consiste, comme chacun sait, dans la pose des conducteurs galvaniques. Lors des premières tentatives faites à ce sujet, mais en petit, par le baron de Schilling, de Cannstadt, on n'a pas eu l'occasion d'apercevoir les obstacles ou plutôt les conditions défavorables qui se sont présentées en foule à MM. Steinheil et Wheatstone, quand ils ont voulu établir des conduits sur une plus grande étendue. M. Steinheil a fait circuler son fil conducteur dans l'air sur des colonnes en bois et a observé ainsi des courants secondaires qui lui donnaient des indications à la station où il se tenait, même quand on avait interrompu le circuit ou le contact métallique à l'autre station. M. Wheatstone a remarqué des effets semblables tellement sensibles, qu'il a été obligé de renoncer à son premier système de télégraphie électro-magnétique qui consistait dans une combinaison d'aiguilles astatiques. En fermant le circuit principal on voyait se mettre en mouvement même les aiguilles qui se trouvaient complétement en dehors des combinaisons.

Les difficultés de la transmission sous terre des courants galvaniques peuvent beaucoup s'accroître par des circonstances climatériques, géognostiques ou locales, et M. Steinheil a même déclaré qu'il lui paraissait impossible d'établir des conduits semblables sous terre dans une grande étendue. A Pétersbourg, l'établissement des conduits pour l'éclairage au gaz a présenté une mobilité telle dans le terrain, qu'il est fréquemment arrivé que les tuyaux se sont rompus dans le milieu ou dans leurs points d'assemblages. Cette circonstance est d'autant plus fâcheuse, que pour faire circuler un courant galvanique sous terre, il est indispensable de se servir d'une conduite de tuyaux; d'une part, parce que l'on obtient ainsi un isolement plus complet, et de l'autre parce qu'on a aussi un accès plus facile à ces fils en cas d'avaries ou de réparations. Un essai pour faire circuler des fils non plus librement dans des tuyaux, mais cimentés dans des enveloppes en tôle, a suffi pour démontrer l'extrême imperfection de ce système.

Les tuyaux métalliques accroissant les chances des contre-courants et les rendant plus à craindre, je me suis décidé à faire exécuter des tuyaux en verre. La distance des deux points qu'il s'agissait de relier et de mettre en communication au moyen d'un fil conducteur, était de 9,030 pieds russes (2,752 mètres); chaque tuyau avait en moyenne une longueur de 5 pieds (1^{m},525) et un diamètre intérieur de 3/4 de pouce (0^{m},020) avec l'épaisseur convenable. Les extrémités de ces tuyaux étaient usées et assemblées avec des tubes en caoutchouc, afin que tout le système pût suivre les accidents du terrain. Ces tubes ont été d'abord posés sur des tuiles creuses, mais plus tard ils ont été tout simplement noyés dans du sable fin dont on les a recouverts de 6 pouces (0^{m},152), terme moyen, ils ont été enfoncés à 21 pouces (0^{m},530) au-dessous de la surface du terrain.

Pour essayer la solidité de cette conduite, on en a découvert une petite portion jusqu'à une certaine profondeur; puis on a placé au-dessus une lourde enclume sur laquelle on a forgé une pièce de fer avec des marteaux du poids de 89 livres (33 kilog.). Les ébranlements que transmettait horizontalement le pave étaient très-considérables, et cependant les tuyaux placés sous l'enclume n'ont pas éprouvé la plus légère avarie. Les fils de cuivre placés dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces tuyaux pesaient 43 liv. (18kil.,403) pour une longueur de 3,500 pieds (1,607 mètres); ils avaient été revêtus de fils retors très-forts, puis plongés dans un mélange chaud de cire, de résine et de suif, on les avait alors enroulés de nouveau de fil retors, et enfin immergés une seconde fois dans le mélange. Les tuyaux renfermaient quatre fils, dont chaque couple appartenait à un système télégraphique particulier.

Lors des expériences qui ont été faites après que la conduite eut été établie, on s'est aperçu lorsqu'on ouvrait le circuit métallique, qu'il y avait une faible décomposition de l'eau, ce qui fit soupçonner aussitôt qu'il existait un courant secondaire. Dans les épreuves faites alors, pour déterminer l'influence de ce courant secondaire, on a été amené à conjecturer que le phénomène pouvait bien provenir d'une polarisation due à une action électrolytique entre les fils disposés les uns sur les autres. Pour s'en convaincre, c'est-à-dire pour s'assurer si, au moyen d'une faible décomposition des substances isolantes, le phénomène de la polarisation pourrait se maintenir, on a roulé deux fils isolés, ayant chacun 2,450 pieds (746m,73) de longueur l'un près de l'autre sur un cylindre, mais on n'a remarqué aucune déviation dans l'aiguille du multiplicateur, quand on a uni ces deux extrémités avec une batterie de Grove ou de Daniell, tandis qu'un courant d'induction électro-magnétique y produisait de vives oscillations; ainsi s'est manifesté l'avantage que possède pour les conduites télégraphiques l'électricité de Volta sur l'électricité magnétique dont M. Steinhell a cru devoir faire usage.

Pour mesurer la portion de la force du courant qui se perd ainsi par les courants secondaires ou un isolement imparfait, on a pris deux voltamètres qu'on a placés, un à chaque station dans le circuit, une longue série d'épreuves avec ces instruments indique en moyenne une perte de 6,6 p. 0/0 causée par ces courants secondaires.

On a conduit un autre fil de la même espèce que le précédent, à travers une distance de 3,600 pieds (1,717 mètres), en passant dans l'épaisseur d'une digue, et chaque extrémité de ce fil a été attachée à une plaque de zinc de 5 pieds carrés (0m. c.,462 de surface). On a plongé une de ces plaques dans la mer du golfe de Finland, et l'autre dans un canal qui communique avec cette mer. L'action d'une batterie de 24 capsules de Grove, ou de 150 plaques d'une pile de Volta de 6 pouces (0m,152) de côté, quand la moitié du fil conducteur parcourait peut-être plus de 11,20 pieds (3,416 mètres) dans le golfe de Finland, a été tout aussi énergique que celle de fils conducteurs qu'on aurait fait revenir directement.

La même épreuve faite avec le fil conducteur de 9,030 pieds, dont on a parlé ci-dessus, et à l'une des extrémités duquel on avait mis une plaque qui plongeait dans la Néva, tandis qu'une seconde plaque, à son autre extrémité, était plongée dans un étang communiquant avec la Fontanka, n'a donné qu'une perte de 3 p. 0/0, et quand on ne faisait plus plonger d'un bout dans la Néva, mais qu'on mettait en communication avec le fil conducteur du paratonnerre du palais impérial d'hiver, qui se perd naturellement dans le sol humide, la perte sur l'énergie du courant se réduisait à 1/2 p. 0/0.

Je conclus de ces expériences que la terre n'oppose aucune difficulté aux communications dans la télégraphie électrique, et même que sous ce rapport elle doit présenter de grands avantages (1).

Télescope gigantesque.

Le grand télescope catoptrique que fait établir le comte de Rosse, précédemment lord Oxmantown, et dont nous avons eu occasion de parler dans le *Technologiste* (tome II, p. 434), est sur le point d'être terminé; le miroir, qui pèse trois tonneaux, a été profilé avec un très-grand soin et peut être aujourd'hui poli en un seul jour. Le tube, qui forme en partie une chambre cubique où le miroir est fixé, et partie un cylindre en sapin de 3 centimètres d'épaisseur fortement relié par des cercles en fer présentant au centre un diamètre de 2m,40, est terminé. Les tourillons massifs sur lesquels doit tourner l'instrument sont en place, et l'appareil qui soutient le miroir, et qui est en fer et d'un grand poids, est également achevé.

Ce télescope ne pourra pas être tourné vers une portion quelconque du ciel, mais dans l'étendue très-limitée d'une demi-heure de chaque côté du méridien, dans le plan duquel un puissant mouvement d'horlogerie lui imprime un mouvement indépendant de l'observateur.

(1) On peut voir à la page 147, 4e année de ce Recueil, quelques détails sur des expériences faites en Angleterre par MM. Wright et Bain, qui confirment en tout point celles de M. Jacobi.

F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A cet effet, l'instrument est suspendu entre deux murs en maçonnerie de structure gothique, dont l'un porte la galerie de l'observateur, et l'autre le mouvement d'horlogerie et autres pièces du mécanisme. Un système très-élégant de contre-poids est destiné à équilibrer cette énorme masse, de façon qu'une force comparativement très-légère suffira pour l'élever et l'abaisser lentement; lord Rosse pense qu'avant deux mois le tout sera terminé.

Les dispositions ne permettent pas l'observation des corps célestes en tout temps, mais seulement lorsqu'ils seront voisins du méridien, et lorsque le ciel sera parfaitement clair et pur; mais dans ces circonstances il y aura toujours assez d'objets dans son champ pour occuper l'attention d'un observateur. L'ouverture du télescope est de $1^m,80$, et sa longueur focale de $23^m,50$.

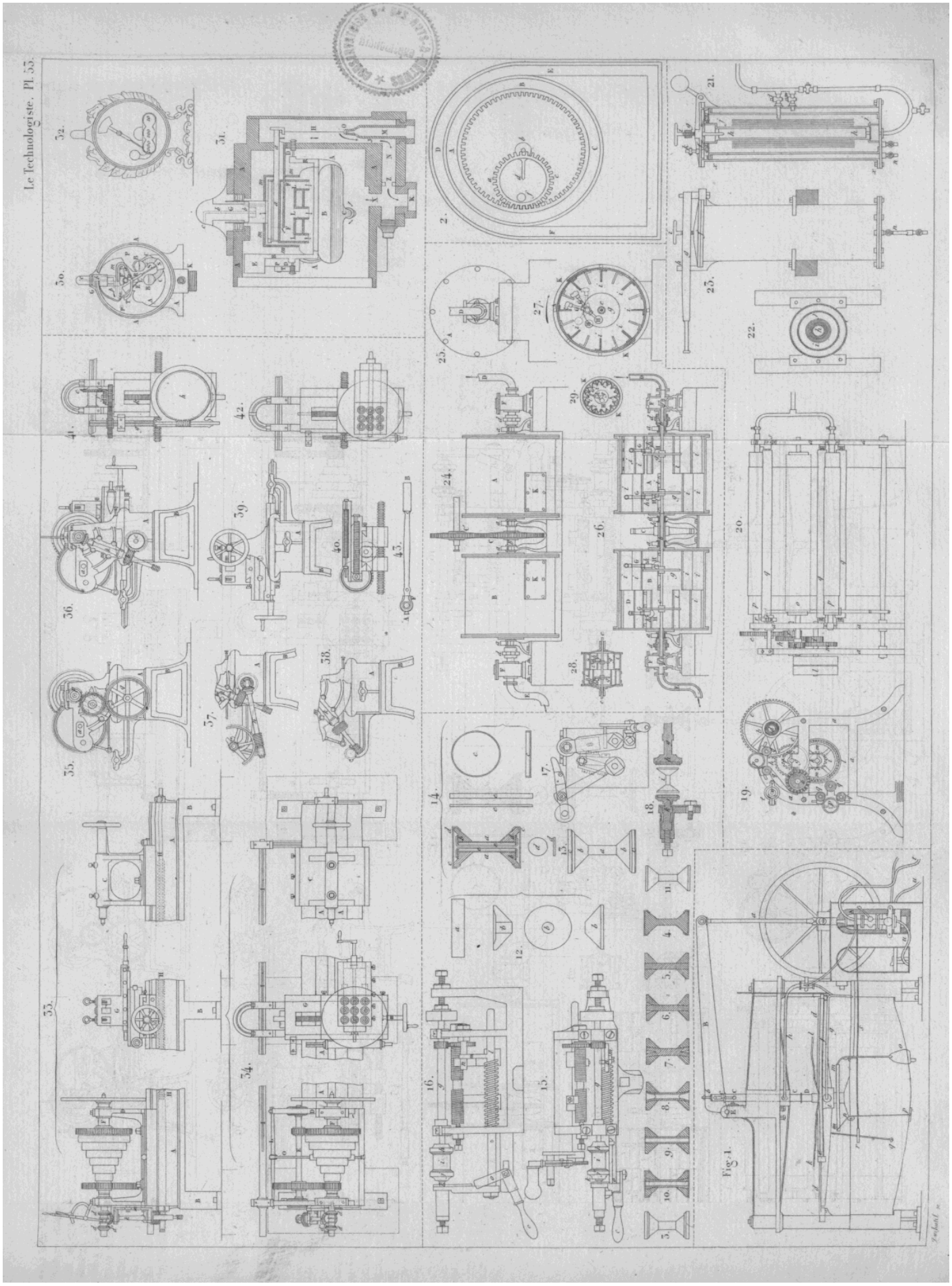
BIBLIOGRAPHIE.

Manuel du mouleur en médailles.

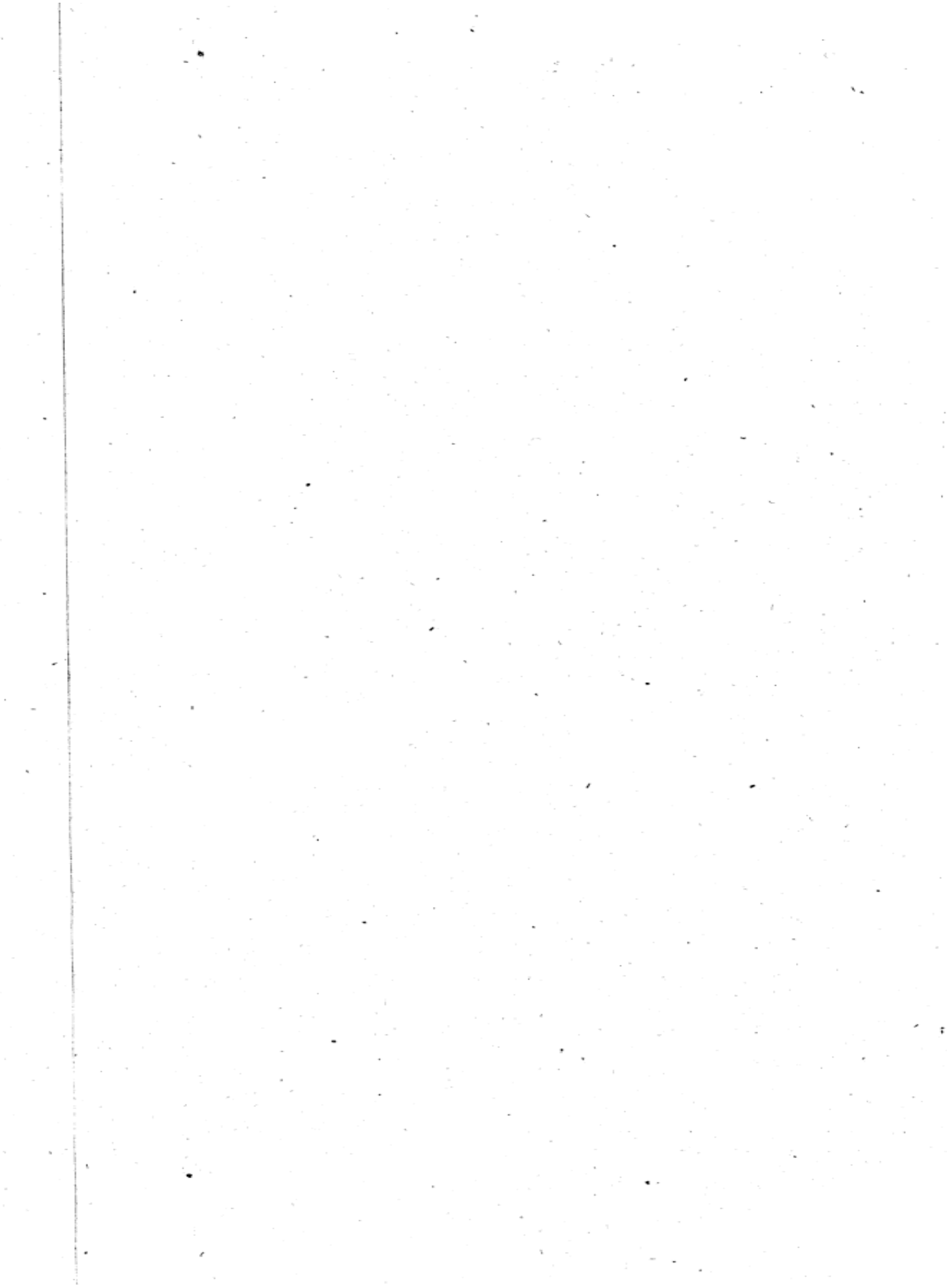
Par M. F.-B. ROBERT, nouvelle édit., augmentée d'un grand nombre de procédés nouveaux, par M. E. DE VALICOURT. Paris, 1843, 1 vol. in-8°, fig., prix : 1 fr. 50 cent.

Le moulage des médailles, des camées, des pierres gravées en plâtre, en soufre, en cire, à la mie de pain, à la gélatine, est un petit art qu'on peut exercer soi-même sans grands appareils et à peu de frais, et qui procure l'agrément de former et de compléter des collections numismatiques pour les études historiques et archéologiques. Ce petit art agréable a été décrit avec habileté par M. Robert, et son Manuel à la main, on en a bientôt appris tous les détails. Seulement, comme depuis la première édition plusieurs moyens se sont perfectionnés, un amateur distingué des arts mécaniques, M. de Valicourt, qui s'est occupé sérieusement du moulage des médailles, a bien voulu se charger de compléter l'ouvrage de M. Robert, et d'ajouter d'après sa propre expérience une foule de prescriptions nécessaires au succès des opérations. Il a également indiqué les moyens de reproduire les médailles sur la pierre, le verre, le carton, le papier, le bois, etc.; enfin, ce savant qui a traduit et complété avec talent le traité de galvanoplastie de Smee, ne pouvait oublier cet admirable moyen qui semble avoir été inventé exprès pour la reproduction identique et en métal des médailles et des pièces les plus précieuses sous le rapport de l'art et de l'histoire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS

ET ÉCONOMIQUES.

Technologie de la garance.

Par M. J. GIRARDIN,

Professeur de chimie à l'École municipale de Rouen et à l'École d'agriculture et d'économie rurale du département, président de la Société centrale d'agriculture de Rouen, correspondant de l'Institut royal de France, etc.

Dans le commerce, on a depuis fort longtemps déjà réservé le nom spécial d'*alizari* aux racines entières de la garance, et celui de *garance* aux racines pulvérisées.

Les alizaris sont très-peu employés pour les opérations de la teinture, et il n'y a guère que l'alizari d'Avignon qui se trouve sur les marchés de France; l'alizari de Chypre est actuellement fort rare; celui d'Alsace ne s'y montre jamais.

Les poudres, dites *garances*, sont distinguées, d'après leur origine, en *garance de Hollande*, *garance d'Alsace*, et *garance d'Avignon* ou *du Comtat*.

Comme jusqu'ici aucun des nombreux ouvrages qui ont été écrits sur la garance, aucun ouvrage de *matière médicale* ou de *botanique commerciale* n'a fait l'histoire de ces poudres, n'a donné les caractères particuliers à chaque variété, je crois devoir remplir cette lacune en présentant une description détaillée des trois sortes de garance du commerce. Ma position m'a permis de faire une étude approfondie de cet important produit tinctorial, et ce que je vais dire est le résultat d'observations nombreuses et variées.

I. *Garance de Hollande.*

La garance de Hollande, dont l'emploi était jadis considérable en France, a fini par disparaître presque complétement de nos marchés, par suite du droit élevé dont le gouvernement l'a frappée à dessein, pour maintenir et encourager les cultures de l'Alsace et du Comtat. Cette garance jouissait d'une vogue méritée, et nul doute que l'emploi n'en devînt encore général, si les droits équivalents à une prohibition venaient à être réduits.

Voici les caractères qui la distinguent :

Son odeur pleine (c'est-à-dire bien prononcée, mais sans être pénétrante) est forte et nauséabonde.

Sa saveur est sucrée avec mélange d'amertume.

Sa couleur varie suivant les marques, et va du rouge-brun au rouge-orangé (1).

Ordinairement *sa poudre est en paille*, c'est-à-dire que sa trituration est assez grosse pour laisser apercevoir

(1) La nuance rouge-brun n'est applicable qu'à la garance *mulle* de chaque espèce. On donne le nom de *mulle* ou de *billon* à la dernière qualité de garance; c'est un mélange des plus petites racines, du chevelu et de l'épiderme des grosses racines, de terre et du son ou rebuts des blutoirs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la texture de la racine ; elle est plus forte que la poudre des autres sortes de garance, ce que l'on serait tenté d'attribuer à la négligence, puisqu'il n'est pas rare de trouver des parcelles d'alizari qui n'ont point cédé à la meule. Toutefois cette trituration grossière n'est point un défaut, puisqu'elle écarte plus facilement la fraude.

Cette poudre paraît grasse au toucher.

Soumise à l'action de l'air, elle en absorbe facilement l'humidité, et lorsque le désir de connaître sa qualité engage à l'exposer au travail de la cave, alors son rouge-orangé se change en rouge vif, riche en fond. La garance de Hollande *travaille* plus que les autres, en terme de commerce, c'est-à-dire qu'elle offre des modifications de couleur plus prononcées par le contact de l'air humide.

La garance de Hollande est *robée* ou *non robée*. Dans le premier cas, les racines ont été dégagées de leur épiderme, ce qui donne plus d'éclat à la poudre ; dans le second, elles ont été triturées sans précaution ; alors la poudre est plus sombre.

Cette garance ne peut être employée jeune ; il lui faut au moins un an de tonneau. A trois ans, elle est dans toute sa vigueur.

Mulle O.
Surfine.
Non robée ou robée.

Ce mot *grappe* s'emploie spécialement lorsque l'âge a donné de la consistance à la poudre. On dit une garance *grappée*, pour désigner son état d'agglomération.

Cette sorte de garance venait jadis de la Hollande en fûts du chêne du poids de 600 kilogrammes.

II. *Garance d'Alsace.*

Cette garance, qui a remplacé dans nos fabriques la garance de Hollande, bien qu'elle n'en ait pas toutes les qualités, a les caractères suivants :

Odeur moins large, plus pénétrante que celle de la précédente ;

Saveur moins sucrée, également amère ;

Aspect depuis le brun jusqu'au jaune vif, suivant la marque ;

Trituration assez grosse ;

Elle absorbe assez facilement l'humidité de l'air ;

Au travail de la cave, de jaune elle devient d'un rouge foncé ; cependant à l'emploi elle tire plus sur le jaune.

La poudre, *tendre* ou d'un aspect jaune la première année, subit bientôt une fermentation avec l'âge, alors les parties divisées s'unissent les unes aux autres, s'agglomèrent, puis augmentent de volume, au point qu'après plusieurs années, la dilatation est telle que les fonds des tonneaux prennent une forme convexe très-prononcée. Alors la garance est si dure, que pour l'extraire des fûts, on est obligé d'employer une masse ou un ciseau. Cette garance fermente plus que les autres.

Elle se conserve plusieurs années, après avoir atteint son degré de vigueur tinctoriale (environ 3 ans) ; mais alors les couches qui tapissent les parois des tonneaux commencent à perdre leur éclat ; la garance prend un aspect brun blafard ; sa décomposition commence. Le progrès en est lent, mais certain ; plus tard, elle s'éteint tout à fait en se colorant en rouge-brun.

Dans le principe de sa décomposition, elle peut être encore employée pour les fonds bruns ou couleurs paliacat ; mais lorsque la vieillesse a détruit tout principe colorant, elle ne peut plus servir que comme *garance mulle*.

Les marques connues sur nos marchés sont :

ou bien { mulle. / fine grappe. / surfine grappe.

Comme la garance de Hollande, elle n'est point employée jeune ; à deux ans, elle est dans sa vigueur. Elle se détériore plus tôt que la précédente. Sa fermentation est moins prononcée ; cependant elle durcit beaucoup dans les fûts, se *grappe* jusqu'au cœur et présente les mêmes difficultés pour l'extraction. La marche de la décomposition est la même ; la garance qui l'a subie ne peut être employée que pour les nuances foncées.

Jamais la garance d'Alsace n'est connue sous les dénominations de *robée* et *non robée*, bien que l'opération du *robage* ait lieu. Les marques seules distinguent les variétés. Les marques connues sur nos marchés sont :

O mulle.
MF mi-fine.
FF fine fine.
SF surfine.
SFF surfine fine.

La plus employée généralement est FF.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SFF est presque une exception à la manière de triturer des Alsaciens, qui sont assez sévères dans leurs marques pour ne pas vouloir préparer une très-belle qualité qui se ferait au détriment des qualités précédentes.

Les garances d'Alsace viennent en fûts ou barriques de chêne de 600 kil., en demi-barriques de 300 kilog., en quarts de 150 kilog., et en barils de 100 kilog. Toutes ces barriques sont semblables de forme et ne diffèrent que par la grosseur.

C'est à Strasbourg, Haguenau et Geisselbrunn qu'on fabrique les garances d'Alsace.

III. *Garance d'Avignon.*

Les garances d'Avignon sont généralement employées aujourd'hui et même préférées aux autres sortes, parce que le teinturier et l'indienneur trouvent plus facilement, dans leur emploi, les moyens de varier les rouges, suivant leurs besoins. C'est surtout depuis la paix de 1815 que l'usage de ces garances a pris un grand développement.

De toutes les garances, ce sont celles qui ont subi le plus de modifications; je dirai presque les seules qui aient éprouvé des modifications dans les marques et les qualités. En Hollande et en Alsace la qualité annoncée est ordinairement conforme à la marque. En Avignon, au contraire, chaque fabricant a une marque pour désigner sa qualité, et telle SFF, qui chez l'un est belle, n'est que moyenne chez un autre. Il résulte de là que le commerce ne saurait être fixé sur l'appel seul de la marque, qui, dans chaque fabrique, présente une nuance particulière; aussi ne peut-on acheter les garances d'Avignon que *tues dessus*, c'est-à-dire étendues sur toile.

Les caractères de cette poudre sont :

Odeur agréable et peu pénétrante;

Saveur légèrement sucrée avec amertume;

Aspect ou rosé ou rouge clair ou rouge-brun, suivant les racines employées à la confection et le plus ou moins de mélange,

Trituration très-fine; poudre sèche au toucher.

Soumise à l'action de l'air, elle absorbe plus difficilement l'humidité que les autres espèces. Cependant elle ne travaille pas moins et donne ensuite un rouge tendre et très-foncé, suivant que la poudre est ou *rosée* ou *palus*.

En Avignon, on ne connaît pas les expressions de *robée* et *non robée*. On se sert du mot *épuration*. Une garance est *épurée* à 5, 5, 7 ou 10 pour 100, même jusqu'à 15 pour 100. Cette manière de s'exprimer est du pur charlatanisme; car comment épurer une racine, si ce n'est la priver de son épiderme, et comment croire que la racine contienne à volonté plus ou moins d'épiderme pour porter l'épuration quelquefois jusqu'à 15 pour 100? Ce serait faire supposer que le poids de l'épiderme est à celui de la racine comme 1 : 7, 10 ou 15; ce qui n'est pas.

La meilleure garance est faite avec les racines des palus. On donne le nom de *palus*, en Avignon, aux terres anciennement couvertes de marécages; ces terres, engraissées de détritus organiques, animaux et végétaux, provenant des êtres vivant jadis dans ces marais, sont éminemment propres à la culture de la garance, et elles fournissent presque toutes des racines *rouges*, tandis que les autres natures de terres produisent des racines *rosées*.

La poudre qui provient des alizaris-palus est d'un rouge sombre peu agréable à l'œil, mais aussi les résultats en teinture sont un rouge-sang que l'on varie à son gré. Une moindre quantité agit autant qu'une plus grande de la racine *rosée*.

La garance *rosée* est faite avec les alizaris dits *rosés*. La poudre en est d'un rouge clair tirant un peu sur le jaune.

La garance moitié *palus* moitié *rosée* fait une poudre brillante, avantageuse à la vente, et dont les résultats sont très-satisfaisants en teinture. Le brillant de la teinture *rosée* se mêlant au fond riche du *palus*, il en résulte un rouge tout à la fois corsé et brillant.

La garance d'Avignon peut être employée en sortant de dessous les meules. Cependant on ne saurait se dissimuler que la poudre conservée en tonneau depuis un an est plus avantageuse.

Elle se conserve bien, ne subit que peu ou point de fermentation dans les tonneaux : aussi ne se prend-elle pas en masse; cependant, après plusieurs années, elle se décompose avec les mêmes symptômes à peu près que les autres espèces. On l'emploie encore dans cet état. Le peu de fermentation qui se manifeste dans cette garance provient de ce qu'elle renferme beaucoup moins de substances mucilagineuses, sucrées et amères que les garances de Hollande et d'Alsace, car il est certain que c'est à ces substances qu'il faut attribuer la fermentation acide qui se développe si énergiquement dans ces dernières poudres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quoique foulée avec force dans les tonneaux, la garance retient entre ses particules une certaine quantité d'air qui finit à la longue par agir dans toute la masse et la colorer uniformément, en oxigénant le principe colorant jaune primitif et en le changeant en principe rouge. On explique donc très-bien par cette théorie donnée par M. Decaisne, pourquoi les poudres de garance gagnent en qualité dans les tonneaux jusqu'à la troisième année de leur reposition (1).

La dessiccation des racines à l'étuve a une grande influence sur la nuance de la garance d'Avignon. Si l'on sèche à une température trop élevée, la poudre est terne, sans néanmoins rien perdre de sa qualité.

On ne connut d'abord que deux sortes de garance d'Avignon, la *garance jaune* et la *garance rouge*. Aujourd'hui la première a disparu, et elle se trouve remplacée par la *garance rosée*.

(1) *Recherches anatomiques et physiologiques de la garance*, par Decaisne. 1 vol. in-4°. Bruxelles, 1837.

Pour les marques, il est difficile de bien statuer, surtout depuis que le charlatanisme s'est attaché à en imposer par des désignations extraordinaires. Dans l'origine, on ne connaissait que les marques suivantes :

Mule.
FF fine fine.
SF surfine.
SFF surfine fine.

Ces marques étaient apposées sur les tonneaux sans autres designations. La nuance seule décidait à quelle sorte de racine la poudre appartenait. Maintenant les garances sont :

ou Palus.
ou Rosées.
ou Mi-Palus. Mi-Rosées.

Alors pour les *palus*, comme ils peuvent être gradués, quand on veut désigner qu'une garance est tout *palus*, on ajoute à la marque un P.

Voici les marques actuelles.

Mulle. . . . . } sans marques distinctives.
En sorte. . . . }

FF SF SFF SFFF EXTF EXTSF EXTSFF	P R PP RPP	A chacune de ces marques on ajoute la lettre : pour Palus. pour Palus pur. pour Rosé. pour rouge Palus pur, moitié Palus, moitié rosé sans distinction.

D'après ces désignations, il n'est pas rare de trouver la marque ridicule de

EXTSFFRPP

ce que l'on doit traduire ainsi pour l'intelligence :

Extra surfine fine rouge palus pur.

Il faut avouer que de pareilles charades ne peuvent venir que d'un pays où la fraude a fait des progrès révoltants. Il arrive très-souvent que la marque d'aujourd'hui EXTSF ne vaut pas davantage que le SFF d'autrefois.

L'*extrafine* est fabriquée particulièrement avec le cœur ou la partie ligneuse de la racine. Cette marque donne moins de fond, parce que le ligneux est moins riche en principe colorant que la partie charnue ou l'écorce de la racine, mais elle fournit une couleur beaucoup plus vive.

Les garances d'Avignon viennent en fûts de bois blanc du poids de 900 kil. Il y a ordinairement sur les parois internes de ces fûts des cartons fort épais qui ont pour effet d'empêcher le contact de l'air, qui noircit les poudres, les fait paraître moins belles, et détruit au bout d'un certain temps une grande partie de leurs propriétés tinctoriales. La lumière altère aussi très-vite le principe colorant de ces poudres.

Il est assez difficile de connaître exactement la quantité de garance récoltée chaque année en France, tant en Alsace que dans l'ancien comtat Venaissin. Voici quelques chiffres relatifs à la production de cette dernière région.

En 1837, la récolte des alizaris s'est élevée au chiffre de 1,200,000, ce qui représente 48,000 à 50,000 barriques,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont une partie a été dirigée sur les diverses places de consommation, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, conformément au tableau suivant :

Rouen, le Hâvre et Dunkerque.	3,800
Anvers.	550
Gênes et Livourne.	183
Londres, Liverpool et Glasgow.	3,760
Londres, Liverpool et Glasgow, 8,000 balles d'alizaris qui représentent.	3,500
Hambourg.	530
Saint-Pétersbourg.	1,608
Odessa.	110
Rotterdam.	423
Trieste.	205
New-York et Boston.	812
Dirigé à Mulhouse, Strasbourg, Metz et Bâle, pour la consommation de l'Alsace, de la Prusse, de la Suisse, de la Bavière, de l'Autriche, etc	15,000
Total.	30,481

Il restait donc de la récolte de 1837, à Avignon et dans le département, de 18 à 20,000 barriques, lorsque la récolte de 1838 était sur le point d'être faite. Celle-ci, quoique moindre que la précédente, s'est encore élevée entre 36 et 40,000 barriques.

La fabrication, à Avignon, est toujours dans un état prospère.

Les états de douane nous apprennent :

Qu'en 1840, on a exporté de France, 2,161,138 kilog. d'alizaris qui représentent une valeur de 1,620,869 fr. ;

Et 12,114,034 kilog. de garance (valeur de 12,114,034 fr.);

Qu'en 1841, on a exporté 1,806,416 kil. d'alizaris (valeur de 1,422,312 fr.);

Et 11,840,886 kilog. de garance (valeur de 11,840,886 fr.).

L'importation des alizaris et des garances de l'étranger est fort peu de chose, à cause des droits qui pèsent sur eux. — Les alizaris viennent principalement du Levant, par la voie de la Turquie, des États barbaresques, de la Toscane, des Deux-Siciles et de l'Allemagne. — Les garances viennent surtout de la Hollande et de la Belgique. Voici les quantités des unes et des autres introduites en France depuis 1837.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNÉES.	ALIZARIS.		GARANCES.	
	TOTAL des quantités.	TOTAL des valeurs.	TOTAL des quantités.	TOTAL des valeurs.
1827.	440,659	330,495	11,406	11,406
1828.	483,561	362,671	10,130	10,130
1829.	321,755	241,317	1,828	1,828
1830.	163,084	122,313	13,655	13,655
1831.	158,068	118,551	3,862	3,862
1832.	198,207	148,655	2,323	2,323
1833.	167,722	125,791	6,059	6 059
1834.	172,549	129,411	1,261	1,261
1835.	167,660	125,745	3,117	3,117
1836.	274,183	205,637	2,266	2,266
1837.	348,906	186,680	998	998
1838.	297,216	222,912	1,450	1,450
1839.	216,588	162,441	1,106	1,106
1840.	192,589	144,442	4	4
1841.	156,053	117,040	80,399	80,399

(*La suite à un prochain numéro.*)

Notices chimico-techniques.

Par le docteur R. Boettger.

I. *Moyen simple pour distinguer les fils de coton dans les tissus de lin et de chanvre.*

On a fait, dans ces derniers temps, un grand nombre d'essais pour trouver un moyen propre à faire reconnaître et à démontrer l'existence des fils de coton dans les tissus de lin et de chanvre ; mais tous ceux qui ont été publiés jusqu'à ce jour portent un cachet trop décidé d'imperfection pour qu'on puisse les recommander, et même la plupart d'entre eux sont tellement défectueux et impraticables, quoique la chose ait une certaine importance, que des sociétés scientifiques haut placées n'ont pas dédaigné de proposer un prix pour la solution de la question suivante : Existe-t-il un moyen sur lequel on puisse compter pour reconnaître et démontrer l'existence des fils de coton dans les tissus de lin ? Comme j'ai été plusieurs fois sollicité, tant par des particuliers que par des maisons de commerce, de fixer mon attention sur ce sujet, et que, d'ailleurs, il était naturellement de mon propre intérêt d'avoir, lorsque j'avais des emplettes de toile à faire, un moyen simple à ma disposition pour distinguer de la toile en pur lin ou en chanvre, de la toile dans laquelle on aurait introduit à dessein du coton, j'ai pris la résolution de faire sur ce sujet quelques expériences qui, après de longues et vaines recherches, m'ont enfin conduit au résultat que je désirais atteindre. Je vais donc démontrer qu'on peut en effet distinguer à l'œil seul les filaments ou brins du lin ou du chanvre de ceux du coton, quoique leur constitution chimique soit absolument identique, par l'application d'un moyen chimique bien simple.

Le moyen indiqué et recommandé principalement jusqu'à ce jour par les journaux consistait dans le suivant : on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plonge le tissu qu'on veut soumettre à l'essai dans une solution très-saturée de sucre et de sel commun ; on laisse sécher, puis on fait brûler à feu nu tous ensemble les fils de la tarme et de la chaîne. Les fils qui, après cette combustion, se sont carbonisés avec une couleur *grisâtre*, sont des fils de lin ; au contraire, ceux qui ont pris une couleur *noire*, sont des fils de coton.

J'ai soumis ce procédé à des épreuves soignées, je l'ai répété sur plusieurs mélanges faits à dessein, et toujours sans qu'il présentât un résultat net et non équivoque. Ce moyen d'épreuve est même tellement défectueux et peu certain, qu'il faut le repousser entièrement.

Un autre procédé non moins prôné, et que la Société industrielle de Carlsruh a cru devoir encourager par une médaille, comme un des plus propres à faire reconnaître le mélange du coton dans les tissus de fil, consiste en ceci : on coupe dans le tissu qu'on veut éprouver un petit carré sur les bords ; et l'on tire de la trame et de la chaîne quelques fils dont on cherche à enlever l'apprêt, en les faisant infuser, soit dans l'eau bouillante pure, soit dans de l'eau de savon, soit enfin dans une lessive alcaline. Cela fait, on place les fils ainsi préparés, ainsi qu'un petit morceau de toile bien séché, dans un tube de verre d'environ 12 millimètres de diamètre, qu'on chauffe sur une lampe à esprit de vin, jusqu'à ce que les pièces soumises à l'essai prennent une teinte *jaune paille* décidée. Comme les corps se dilatent par la chaleur, il doit arriver que, sous l'influence de celle-ci, les brins du lin et du chanvre qui ont été enroulés ou tordus par la filature, se déroulent, s'étendent, et reprennent leur direction naturelle et droite ; en conséquence, ils doivent se presser davantage les uns à côté des autres, et le fil doit, par suite, paraître plus fin, et son éclat être augmenté ; les brins de coton, d'un autre côté, qui sont pressés et serrés irrégulièrement et tordus inégalement, doivent se retordre encore davantage par la chaleur, de façon, s'ils font surtout saillie sur le tissu, qu'ils paraissent notablement plus gros et plus pleins dans le tissu.

Ce moyen, soumis également aux épreuves les plus précises et les plus soignées, n'a pas paru propre à fournir de bons résultats, et cela dans presque tous les essais où j'ai tenté d'en faire l'application. Même une analyse de ce genre, faite par voie microscopique, n'a pas été aussi satisfaisante qu'on a cru pouvoir l'admettre jusqu'à présent, car, indépendamment de ce que cette analyse présente, même aux personnes exercées aux recherches microscopiques, des difficultés pour distinguer avec certitude complète les filaments de lin ou de chanvre de ceux de coton, et de constater la présence des uns et des autres, les épreuves de cette espèce offrent une telle incertitude avec l'appareil un peu compliqué dont il est question, et par conséquent supposent dans l'expérimentateur un tel exercice et une telle finesse dans l'organe de la vue, qu'il doit certainement y avoir, dans un public, un grand nombre d'individus qui ne pourraient les entreprendre.

La chose est toute différente lorsqu'il s'agit de reconnaître, au moyen du microscope, un filament d'*origine animale*. Ce filament présente en effet, dans toute sa structure, des différences si tranchées avec un filament végétal, qu'il est impossible, même aux personnes les moins exercées aux observations avec cet instrument, de ne pas le reconnaître immédiatement. Par la voie chimique, cette différence, surtout si on emploie l'acide nitrique, se manifeste à l'instant même d'une manière encore plus tranchée, puisque, comme on sait, le brin de laine, et, en général, la plupart des matières d'origine animale se colorent en *jaune* plus ou moins foncé, par l'action de cet acide nitrique, tandis que le coton, même par un long séjour dans cet acide, n'est point ou du moins très-peu coloré en jaune. En effet, si on chauffe un petit morceau d'un tissu de laine, mélangé de coton, pendant quelques minutes dans l'acide nitrique, qu'on lave dans l'eau, sèche superficiellement seulement, en mettant dans un double de papier à filtre, et qu'on tire quelques fils tant de la trame que de la chaîne, on reconnaît alors parfaitement les fils de coton à leur blancheur, et ceux de laine à leur couleur jaune.

C'est une réaction du même genre que j'ai cherché à produire sur les mélanges de coton et de fil de lin ou de chanvre. L'acide nitrique ne convenait pas dans ce cas ; d'un autre côté, les solutions alcalines caustiques au degré ordinaire de concentration (c'est-à-dire 1 partie de potasse hydratée pour 6 à 8 parties d'eau), ainsi que cent autres espèces de solutions salines et d'acides dont j'ai fait l'essai, n'ont jamais donné des résultats satisfaisants ; mais, dans mes essais, j'ai eu l'occasion de remarquer que l'alcali caustique paraissait être le corps le plus propre à atteindre le but désiré, attendu qu'il m'a semblé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que la fibre ligneuse du coton se comportait alors sous certaines conditions un peu différemment de celle du chanvre et du lin. Après bien des tentatives, j'ai fixé mon attention sur les divers degrés de concentration de la lessive de potasse, et j'ai enfin trouvé qu'*une solution consistant à parties égales de potasse hydratée et d'eau*, colorait assez fortement en jaune, à la température de l'eau bouillante, les *fils de lin et de chanvre*, tandis qu'elle était presque *sans action sur ceux de coton*, ou du moins les colorait en jaune si faiblement que, sans la moindre erreur, on pouvait déjà, à l'œil nu, distinguer positivement les deux sortes de fil, à tel point même qu'il était possible d'indiquer nettement les proportions respectives dans lesquelles ils entraient dans le tissu soumis à l'essai.

Pour faire cette épreuve, on prend un morceau du tissu à essayer de quelques centimètres carrés, et on le plonge dans un mélange qui est déjà dans *une vive ébullition de parties égales en poids d'hydrate de potasse et d'eau*, et on l'y abandonne *pendant deux minutes*, on l'enlève alors avec une baguette de verre, on l'*exprime légèrement sans le laver préalablement à l'eau*, en le déposant entre des doubles de papier à filtre, puis on en tire une dizaine de fils, tant de la chaîne que de la trame; alors on distingue immédiatement ceux qui sont en coton de ceux qui sont en lin ou en chanvre; ceux colorés en *jaune foncé* sont les *fils de lin ou de chanvre*, ceux qui sont *blancs* ou *blanc jaunâtre* sont les *fils de coton*.

Il est inutile de dire que ce mode d'épreuve, qui ne manque jamais, et que chacun peut répéter avec facilité, n'est applicable qu'aux tissus en *blanc*, et non à ceux teints ou imprimés.

II. *Préparation de papier-allumette qui s'enflamme sans bruit et brûle avec flamme odorante, et des allumettes chimiques sans soufre.*

On sait que la préparation des matières qui servent à la préparation des allumettes dites chimiques, a longtemps été tenue secrète par les fabricants de ce produit, et que j'ai eu il y a déjà plusieurs années l'occasion de faire connaître, à la suite de quelques recherches, le mode de fabrication des allumettes de Vienne, qui s'enflamment sans bruit et sans détonation. (Voir *le Technologiste*, 3e année, page 214.) A dater de cette époque, on a fabriqué dans divers pays des produits d'après le mode que j'avais indiqué, et on en a obtenu de bons résultats. Depuis que ce sujet a excité quelque intérêt, d'autres chimistes ont fait connaître les expériences qu'ils avaient tentées dans cette voie, et il semblait qu'on avait à peu près épuisé le sujet relativement à la fabrication de matières s'enflammant sans bruit et brûlant avec lenteur; mais on n'a pas tardé à s'apercevoir, que même en faisant entrer dans les masses les proportions requises avec tous les matériaux qui peuvent les constituer, et en les travaillant avec beaucoup de soin, ces matières n'en présentaient pas moins parfois dans leur emploi plusieurs inconvénients. C'est ainsi qu'on était dans l'impossibilité d'expliquer comment il se faisait que dans certains cas la matière qui adhérait aux allumettes restait parfaitement sèche, tandis que dans d'autres elle attirait avec une force incroyable l'humidité de l'air, s'écaillait et ne remplissait plus son service.

Afin de rechercher toutes les circonstances en apparence actives, et particulièrement dans le but de rendre tout le procédé de préparation encore plus simple, et enfin, pour livrer le meilleur produit possible fabriqué avec les ingrédients les plus économiques, j'ai été prié d'entreprendre de nouvelles expériences qui ont demandé beaucoup de temps, mais dont je puis enfin faire connaître les résultats au public.

Dans mes premiers travaux sur ce sujet, j'avais annoncé que les meilleures proportions pour produire une matière s'enflammant sans aucun bruit, consistaient en 16 parties en poids de *gomme arabique*, 9 parties de *phosphore*, 14 parties de *salpêtre* et 16 parties de *manganèse* obtenu en poudre fine par lévigation. Un fabricant, entre autres, m'a prié de lui composer une matière qui, tout en jouissant des mêmes propriétés reviendrait cependant à un prix modéré. Après avoir fait varier à l'infini toutes les proportions du mélange, ainsi que le choix des matériaux qui le composent, j'ai pu me convaincre que la quantité du phosphore pouvait être notablement diminuée, et de plus que la gomme arabique, qui est chère, pouvait être parfaitement remplacée par de bonne colle forte, et le manganèse ou le minium par de l'ocre rouge ordinaire. La composition la plus avantageuse que j'aie trouvée a été la suivante : 4 parties de *phosphore*, 10 parties de *salpêtre*, 6 parties de *colle forte*, 3 parties de *minium* (ou d'*ocre*) et 2 parties de *smalt*.

Maintenant, pour obtenir une ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tière bien homogène, s'enflammant sans bruit et sans détonation, et qui au bout d'un certain temps ne devienne pas visqueuse ou humide, on opère de la manière suivante. On fait renfler 24 heures à l'avance la quantité de colle forte ou gélatine, pesée préalablement, dans une très-petite quantité d'eau, de manière qu'elle ait la consistance et l'apparence d'une gelée molle, on la verse dans cet état dans un mortier de porcelaine qu'on fait chauffer au moyen d'une lampe à esprit de vin, ou dans un four, ou même au bain-marie, jusqu'à ce que la gelée soit dissoute ou coulante; alors on y ajoute les autres ingrédients, savoir : le salpêtre, le minium et le smalt, et on triture le tout ensemble, toujours en chauffant le mortier, avec un pilon en porcelaine, jusqu'à ce que les matériaux forment une masse fluide parfaitement homogène et pouvant presque se tirer en fils en évitant d'élever la température, qui ne doit pas dépasser 75° C. En effet, aussitôt qu'on expose cette masse à une température plus élevée, on observe que quelques particules de phosphore commencent à brûler. Dans le cas où on ne règle pas la température aussi exactement, ou bien dans celui où on néglige de refouler avec le pilon les particules de phosphore qui brûlent dans la masse, ou bien encore de les éteindre, alors on obtient une matière qui reste par la suite plus ou moins poisseuse, attendu que par la combustion partielle du phosphore celui-ci s'est transformé en acide phosphorique qui, comme on sait, attire avec avidité l'humidité de l'air et est toujours liquide. Si donc, on a, soit en réglant bien la température, soit par une trituration et une agitation soignées et continues, évité cette combustion partielle du phosphore, alors on obtient une masse qui déjà, au bout de 8 à 12 heures paraît parfaitement sèche, et qui ne doit plus être affectée d'une manière sensible par l'humidité de l'air atmosphérique, surtout quand on a employé une bonne qualité de gélatine.

Si on désire fabriquer avec cette masse des allumettes en papier qui s'enflamment et répandent en même temps une odeur agréable, il n'est besoin que de prendre du papier à écrire ordinaire, de l'enduire des deux côtés avec une teinture de benjoin qu'on laisse sécher, puis avec un pinceau de poils imprégner l'extrémité de ces allumettes de papier avec une petite quantité de la matière. Au moyen d'un frottement modéré sur une surface un peu rugueuse, la matière s'enflamme et allume le papier sans qu'il soit nécessaire de se servir de soufre pour favoriser l'inflammation.

Veut-on avec cette même masse préparer des allumettes en bois, qui sans être garnies de soufre s'enflamment elles-mêmes après que la matière chimique aura pris feu; on chauffe dans un vase de plomb, aussi plat qu'il est possible, une quantité de cire telle, que dans son état de fluidité elle ait de 1 à 2 millim. d'épaisseur, puis on prend un paquet de 100 allumettes environ, de bois de sapin aussi exempt que possible de résine, qu'on égalise bien d'un bout, et qu'avec la main droite on tient pendant quelques secondes sur une plaque de fer portée au rouge sombre, afin qu'elles charbonnent légèrement à la surface, puis qu'on plonge aussitôt et pendant quelques minutes dans le bain de cire bien chauffé, on retire ensuite vivement et on exprime par un mouvement brusque et précipité du bras toute la cire excédante, et enfin on enduit chaque allumette séparément avec la matière inflammable dont il a été question ci-dessus.

Au moyen des prescriptions indiquées dans cet article, on obtient un produit qui ne laisse rien à désirer.

III. *Moyen pour recueillir l'acide chromique en grosses aiguilles.*

Parmi tous les procédés qui ont été proposés pour préparer l'acide chromique à peu de frais, celui communiqué par le docteur Fritzsche paraît, sous ce rapport, mériter la préférence, d'une part parce qu'il présente une manipulation facile, et, de l'autre, parce qu'il réussit constamment. Ce procédé repose, comme on sait, sur ce qu'une solution très-concentrée de bichromate de potasse peut être aisément décomposée par l'acide sulfurique concentré, de façon que la majeure partie de l'acide sulfurique se combine avec la potasse pour former du sulfate de cette base, tandis que l'acide chromique, qui n'y est que peu soluble, s'en sépare sous la forme de belles paillettes colorées en rouge. Pour débarrasser l'acide chromique ainsi obtenu, tant de l'acide sulfurique qui peut y adhérer mécaniquement, que du sulfate de potasse, on jette le tout sur un entonnoir en verre, dont on a préalablement chargé le fond avec de l'asbeste ouverte ou des fragments de verre, et abandonne cet acide dans l'entonnoir, qu'on recouvre d'une plaque de verre, jusqu'à ce qu'il se soit réduit à une masse pâteuse et demi-sèche,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans cet état, on l'étend sur des tuiles ou briques poreuses bien sèches, on couvre avec une cloche en verre, pour mettre à l'abri de la poussière et éviter toute décomposition, et on abandonne jusqu'à ce que le tout soit transformé en une poudre bien sèche. Sous cette forme, cet acide renferme encore une grande quantité de sulfate de potasse, et il faut encore le faire dissoudre une ou deux fois dans l'eau, le séparer de ce sulfate, qui l'abandonne aisément, puis enfin le faire cristalliser au-dessus d'un vase rempli d'acide sulfurique. On n'obtient cet acide dans un état de pureté qu'au bout de plusieurs semaines, et encore, la plupart du temps, sous forme de petits groupes mamelonnés, mais jamais en cristaux définis.

D'après un mode de préparation proposé plus récemment par M. Warrington, on peut obtenir cet acide plus rapidement et en cristaux qui, parfois, ont plusieurs centimètres de longueur. Ce mode, je désire d'autant plus attirer l'attention à son égard, qu'il a été reproduit d'une manière défectueuse dans la plupart des recueils périodiques. On réussit généralement bien en opérant de la manière suivante.

On prépare à la chaleur de l'ébullition une solution parfaitement saturée de bichromate de potasse; on abandonne au repos pendant vingt-quatre heures, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'à la température moyenne de l'atmosphère il ne se forme pas encore en apparence de cristaux. On prend, de cette solution parfaitement saturée à cette température moyenne, un volume, qu'on verse peu à peu, et en filet mince, dans 1 1/2 volume d'acide sulfurique concentré anglais, en agitant constamment ce dernier acide. Quand tout est versé, on couvre aussitôt le vase de porcelaine dans lequel le mélange a été opéré avec un couvercle de bois bien ajusté, et on abandonne au repos. Déjà, au bout de une et au plus de trois heures, on voit, dans le vase qui s'est refroidi, l'acide chromique, qui a complétement cristallisé en grosses et belles aiguilles colorées en rouge cramoisi foncé. Les cristaux adhèrent assez fortement à la paroi de la capsule de porcelaine pour qu'on puisse très-aisément décanter en penchant le vase la liqueur surnageante fortement colorée en brun, et que, suivant le procédé de M. Woehler, on peut très bien faire servir à la décoloration du phosphore. Cette décantation opérée, on transporte avec une spatule de porcelaine ou de verre, les cristaux sur des huiles absorbantes, on les couvre d'une cloche, et on les y abandonne jusqu'à ce qu'ils soient parfaitement secs, ce qui exige environ 24 heures. L'acide chromique ainsi preparé en beaux cristaux en aiguilles, renferme encore des traces d'acide sulfurique, mais on peut l'obtenir parfaitement pur pour les analyses chimiques par des dissolutions et des cristallisations successives sur l'acide sulfurique.

IV. *Préparation de l'oxyde de chrôme sous la forme roulée des feuilles de thé.*

M. A. Maus paraît être le premier qui ait observé que, quand on chauffait doucement du bichromate d'ammoniaque, il survenait une décomposition instantanée de la masse, de manière qu'il ne restait comme residu que de l'oxyde de chrôme. Si, un peu avant que la décomposition de ce sel survienne, on augmente tout à coup la température, cette décomposition, suivant MM. Unverdorben et Woehler, a lieu avec un brillant dégagement de lumière. Ces faits ont attiré mon attention à un haut degré, et j'ai desiré savoir si cette décomposition qui survenait si subitement ne donnait pas lieu à un dégagement d'électricité; mais quoique je n'aie pas trouvé sous ce rapport un dégagement en proportion de l'énergie de la décomposition, j'ai eu l'occasion de faire sur celle-ci une observation qui, je crois, mérite d'être portée à la connaissance du public.

On prépare avec l'acide chromique en beaux cristaux obtenus, ainsi qu'il a été dit dans l'article précédent, un bichromate d'ammoniaque. A cet effet, on dissout cet acide dans un peu d'eau, on le fractionne en deux parties égales, dont on neutralise une très-exactement avec l'ammoniaque, et à laquelle on ajoute alors l'autre moitié; on place la capsule où le mélange a été opéré, sur de l'acide sulfurique, et on recouvre d'une cloche en verre. Ce bichromate d'ammoniaque est recueilli, quand on n'opère pas sur de trop petites quantités, au bout d'une ou deux semaines, en gros cristaux rouge-grenat qui, séches à la temperature de l'atmosphère dans des doubles de papier à filtre, se comportent ensuite parfaitement à l'air.

Maintenant, si on prend environ 8 grammes de ce sel cristallisé non réduit en poudre, et qu'on les place dans une capsule plate de platine, ou dans le couvercle d'un petit creuset de calcination en porcelaine, qu'on tient au moyen d'une petite pince pendant quelques secondes sur la flamme d'une lampe à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

esprit de vin, on voit aussitôt se manifester une réaction très-énergique, mais n'offrant aucun danger, et accompagnée d'un dégagement considérable de lumière ; les cristaux se boursouflent, et de chacun d'eux on voit jaillir, avec une certaine force, et dans toutes les directions, des masses vertes et volumineuses d'oxyde de chrôme, qui, par leur forme, ont une ressemblance tellement frappante avec les feuilles roulées du thé, qu'un connaisseur pourrait même s'y méprendre.

Si, dès l'origine de cette réaction remarquable, on tient la capsule en platine au-dessus d'un plat en porcelaine, alors on recueille tout le produit de cette décomposition (de l'oxyde pur de chrôme) sans qu'il éprouve la moindre altération.

J'ai fait souvent aussi une autre expérience qui pourrait avoir quelque application dans les arts.

On mélange intimement 48 parties en poids de poudre de chasse, à 240 parties de bichromate de potasse en poudre et parfaitement sec, et 5 parties de sel ammoniac également bien sec. On pulvérise le tout très-soigneusement, et on passe à travers un tamis de crin. Alors on remplit de cette poudre bien sèche un verre à pied de forme conique, on couvre avec un morceau de tôle, et on retourne le verre, de façon qu'avec un peu d'adresse on obtient tout le contenu du verre sous la forme d'un cône droit. Si on approche de ce cône un morceau d'amadou, on le voit aussitôt briller de la base au sommet, comme un petit volcan, et si on lave ensuite avec de l'eau le résidu encore chaud et noir grisâtre qu'il fournit, il en résulte de l'oxyde de chrôme sous forme pulvérulente et d'un vert clair magnifique.

V. *Observations sur le nickelisage et la platinure des métaux par voie galvanique.*

On s'occupe généralement partout aujourd'hui du perfectionnement de la galvanoplastique, de la galvanographie et de l'art de recouvrir par voie galvanique les métaux communs de métaux plus ou moins précieux. Ce dernier art en particulier, depuis que MM. Elkington et de Ruolz ont attiré l'attention sur une nouvelle classe de sels qui, par leur décomposition galvanique, ont porté tout à coup à un aussi haut point de perfection la dorure, l'argenture et le cuivrage des métaux, qui, avant eux, ne donnaient que des résultats à peine dignes d'intérêt, a pris un tel essor, qu'on a pu penser un moment qu'il ne restait plus rien à faire sous le rapport des applications pratiques du galvanisme. Mais il est évident qu'il n'en est point ainsi, puisqu'on n'a pas encore découvert de sel de nickel ou de platine parfaitement adapté au nickelisage et à la platinure des métaux communs, et qu'on put appliquer avantageusement. L'expérience a en effet appris qu'une combinaison de cyanure de nickel avec le cyanure de potassium, d'après le procédé de M. de Ruolz, ne conduisait nullement, dans ce cas, au but désiré, pas plus que le sel de platine que ce savant a recommandé pour cet objet.

A la suite d'une série considérable d'expériences entreprises sur cet objet, je crois avoir découvert et pouvoir dire en toute assurance que, parmi tous les sels de nickel qu'on connaît, il n'y en a pas un seul qui soit plus propre au nickelisage, surtout du cuivre et du laiton, que le *sulfate ammoniacal de protoxyde de nickel*, ou, du moins, que le cyanure double de nickel et de potassium proposé par M. Ruolz, le cède en tout point à ce sel. Même sous l'influence de l'action d'un courant d'une très-longue durée, on voit la planche de cuivre, plongée dans une solution de sulfate ammoniacal de protoxyde de nickel, conserver tout son éclat spéculaire et sa blancheur, qui approche de celle de l'argent.

C'est ainsi que je suis parvenu, au bout de 30 minutes d'action, et en employant un courant galvanique peu puissant, à déposer par ce moyen, sur du cuivre, une couche assez épaisse de nickel pour qu'une aiguille aimantée ordinaire, suspendue à un fil de cocon, ait pu être chassée vivement du plan du méridien magnétique. Une goutte d'acide nitrique ordinaire, déposée sur la couche de nickel, ne produit pas, au bout d'un certain temps, d'action sensible sur le métal qui est au-dessous, tandis qu'une lame de cuivre exposée autant de temps dans une solution d'or à l'action du même courant, est encore attaquée presque instantanément par l'acide nitrique, d'où l'on doit conclure que le nickel précipité galvaniquement recouvre plus promptement, plus intimement et plus uniformément le cuivre que l'or déposé par le même moyen. Or, comme on sait que le nickel pur est presque aussi peu fusible que l'iridium et le manganèse, et qu'à l'exception du chalumeau à gaz, il n'y a pas de feu, même celui du four à porcelaine, qui puisse le mettre en fusion, et que ce métal ne s'oxyde pas à l'air, on conçoit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les praticiens ne devront pas voir avec indifférence la préparation de ce metal si rare à l'état pur par voie galvanique et sous forme de plaque, ne fût-ce que pour en fabriquer des instruments de précision, des aiguilles magnétiques et autres objets semblables. Pour atteindre ce but, il ne faut faire usage, dans tous les cas, que d'un courant modérément fort, mais agissant d'une manière bien constante.

On peut, pour la préparation du sel de nickel dont il est ici question, se servir parfaitement bien du nickel métallique impur du commerce. Pour cela, on dissout celui-ci dans l'acide nitrique, on fait passer pendant quelques minutes dans la dissolution un courant de gaz sulfhydrique, pour en séparer la plus grande quantité possible de cuivre et d'arsenic, on précipite la solution filtrée par du carbonate de soude, puis aussitôt que le carbonate de nickel a été bien lavé, on le dissout dans de l'acide sulfurique étendu, et on met le tout à cristalliser sous une cloche avec de l'acide sulfurique concentré. On pulvérise les cristaux solides qu'on obtient, on les dépose dans une bouteille en versant dessus peu à peu de l'ammoniaque liquide jusqu'à ce qu'il y ait dissolution complète ; on obtient ainsi une belle liqueur d'un ton bleu foncé qui peut être immédiatement appliquée à l'usage indiqué précédemment.

Relativement à la platinure du cuivre et du laiton, M. de Ruolz a proposé, comme on sait, une solution de chlorure double de platine et de potassium dans une lessive de potasse caustique, mais M. Petzhold, dans un travail qui a paru depuis peu, et où il annonce qu'il s'est occupé de ce sujet, dit que tous les efforts qu'il a tentés pour obtenir par le procédé de M. de Ruolz, une belle platinure blanche et résistant aux acides n'ont eu aucun succès. Cette déclaration, de M. Petzhold, ainsi que mes recherches propres poursuivies avec persévérance, et qui ne m'ont fourni aucun résultat avantageux, m'ont déterminé depuis longtemps à accorder à ce sujet plus d'attention qu'on ne l'avait fait jusqu'alors.

On se rappelle peut-être que j'ai, il y a déjà plusieurs années, annoncé dans mon cours public, qu'on pouvait revêtir le cuivre et le laiton par voie humide, et même sans le secours d'un courant galvanique, d'une couche mince et parfaitement blanche de platine, lorsqu'on faisait bouillir ce métal ou son alliage bien écuré et décapé dans de l'eau où l'on avait fait dissoudre une partie de platine ammoniacal et 8 parties de sel ammoniac ordinaire. Les objets en métal, traités de cette manière, se revêtent au bout de quelques secondes d'un enduit de platine très-solide, blanc spéculaire ; mais je dois ajouter que la couche de platine n'est jamais assez épaisse pour résister parfaitement aux acides.

Si on cherche à précipiter la même dissolution saline en une couche épaisse de platine au moyen d'un courant électrique, l'opération est plus imparfaite encore ; les objets en cuivre ou en laiton qui se trouvent en contact avec le pôle négatif de la pile, se recouvrent en très-peu de temps d'un enduit noirâtre et d'une teinte fausse provenant de la précipitation de ce qu'on nomme noir de platine.

J'ai obtenu un résultat semblable, quoiqu'un peu meilleur, quand je me suis servi d'une solution de chlorure de platine et de sodium, mais je n'ai pas réussi non plus dans ce cas à produire un enduit de platine sur cuivre et laiton possédant un bel éclat métallique.

Les solutions d'autres sels de platine se comportaient de même, à l'exception d'une solution préparée à la température de l'eau bouillante de platine ammoniacal dans l'eau, à laquelle on ajoute quelques gouttes d'ammoniaque liquide lorsqu'elle n'est plus qu'à une température modérée. On sait que le chloride d'ammoniaque et de platine est peu soluble dans de l'eau élevée à une température moyenne, et qu'il l'est bien davantage dans l'eau bouillante. Si, à une pareille solution on ajoute, après qu'elle s'est un peu refroidie quelques gouttes d'ammoniaque liquide, et qu'on la soumette encore un peu chaude à l'action d'une batterie constante, on voit le platine se précipiter avec adhérence parfaite et un éclat métallique remarquable sur les surfaces en cuivre en communication avec l'électrode-negatif. Cette observation, que j'ai faite il y a déjà plus de dix-huit mois, et que j'ai communiquée à la section de chimie lors de la réunion annuelle des naturalistes et médecins allemands, à Mayence, en 1842, a été confirmée en partie par le professeur Fehling, je dis avec intention en partie, parce que d'après la déclaration de ce savant lui-même, personne n'a encore pu obtenir une couche assez épaisse de platine sur cuivre pour qu'elle résistât parfaitement à l'acide nitrique bouillant. Je puis cependant affirmer que je suis parvenu avec cette dissolution à couvrir une capsule de cuivre, préalablement bien décapée au tour, ne présentant point la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moindre fissure, crevasse ou inégalité, et polie d'une couche assez épaisse de platine d'un éclat spéculaire, et après que l'enduit en platine eut été poli une seconde fois au polissoir d'acier, et soumis de nouveau à l'action du courant, j'ai obtenu une capsule plaquée de platine dans laquelle je puis faire bouillir aussi longtemps que je veux l'acide nitrique le plus concentré sans qu'on s'aperçoive que ce dernier ait attaqué le moins du monde le cuivre qui se trouve au-dessous.

Le seul reproche qu'on puisse faire à l'emploi de cette solution de platine, c'est que comme au total elle ne renferme toujours qu'une petite proportion de métal, on est forcé de remplacer fréquemment par une nouvelle liqueur celle qui s'épuise promptement.

VI. *Moyen facile pour enlever les marques ou caractères imprimés sur les tissus avec l'encre à marquer le linge.*

Je me rappelle avoir vu, il y a quelque temps, dans un recueil industriel, une communication sur l'objet en question, et dans laquelle on conseillait l'emploi de l'eau régale. Mais indépendamment de ce qu'il est difficile de croire, que cette liqueur héroïque devienne jamais d'un emploi usuel dans l'économie domestique, et en particulier quand il s'agira d'enlever des marques sur des batistes délicates et légères, ainsi que sur les toiles les plus fines de lin, on peut en outre exprimer des doutes sur l'efficacité elle-même de ce moyen. Sans avoir fait à ce sujet des expériences spéciales, et par conséquent tout en m'abstenant de porter sur lui un jugement definitif, je crois toutefois utile de répandre immédiatement un moyen qui paraît conduire beaucoup plus sûrement au but, présentant une sécurité parfaite et propre à satisfaire tout le monde, et en particulier les chimistes. Ce moyen consiste tout simplement dans l'emploi de la dissolution un peu concentrée du cyanure de potassium de M. Liebig.

A cette occasion, je me permettrai de faire remarquer que dans la préparation de ce sel il faut avoir bien soin de faire usage d'un sulfate de potasse bien exempt de cyano-ferrure de potassium, afin, dans la calcination, d'éviter la présence d'un composé sulfureux qui agit de la manière la plus nuisible au but que nous nous proposons. Cette précaution, pour le dire en passant, ne doit pas non plus être négligée lors de la préparation du cyanure de potassium pour faire des solutions d'or ou d'argent dans la dorure ou l'argenture par voie galvanique.

Des marques de caractères imprimés avec l'encre chimique qu'on emploie aujourd'hui à cet usage sur du linge de menage, depuis bien des années, ont été enlevées en peu de temps et complétement, en les traitant avec une solution un peu concentrée de ce cyanure de potassium, par un léger frottement et sans faire éprouver même au linge le plus fin la plus légère détérioration.

Si lors de la préparation de l'encre à marquer le linge on avait ajouté un peu d'encre noire ordinaire (ce qu'on fait assez fréquemment pour mieux apercevoir les marques au moment où on les imprime), alors il faudrait pour enlever complétement la marque ou la tache sur le linge, traiter encore celui-ci par une solution chaude et concentrée d'acide oxalique.

On parvient de même avec facilité et par la solution du sel en question, à enlever les taches noires ou rouges qui ont été imprimées sur la peau, au moyen des dissolutions de sels d'argent ou d'or; seulement, il faut bien dans ce cas se garder de porter le réactif sur les portions de la peau qui seraient blessées ou dénudées, parce qu'autrement, il pourrait en résulter des conséquences fâcheuses.

VII. *Pourquoi il se fait que l'éponge de platine dans le briquet de Dobereiner manque si souvent son effet, et comment on y remédie.*

J'ai fait récemment l'observation que pour que le briquet à éponge de platine de Döbereiner fît régulièrement et instantanément son service, il n'était nullement indifférent de se servir d'acide sulfurique ordinaire non fumant, ou d'acide sulfurique de Nordhausen ou fumant. J'avais, il y a déjà plus de dix ans, fait la remarque que divers gaz, entre autres l'ammoniac, le gaz sulfhydrique, etc., possèdent la faculté remarquable d'annuler complétement les propriétés inflammables de l'éponge de platine. Or, comme j'ai constaté que l'acide sulfurique fumant qu'on rencontre le plus communément dans le commerce, dégage presque toujours quand on l'étend d'eau, de l'acide sulfureux, tandis que l'acide ordinaire ou non fumant n'en dégage pas, ou du moins très-rarement quand on y ajoute de l'eau, j'en ai conclu que pour que le briquet de Döbereiner fonctionnât régulièrement, il ne fallait pas se servir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'acide fumant, mais bien de celui non fumant ordinaire.

On sait que l'acide sulfureux est transformé en grande partie par l'hydrogène naissant en hydrogène sulfuré ; par conséquent, il faut quand on emploie l'acide sulfurique fumant et quand on étend cet acide, que la propriété inflammable de l'éponge de platine dans ces briquets, soit affaiblie à un tel point, qu'ils cessent en peu de temps de fonctionner ; c'est ce que je crois avoir parfaitement constaté. Pour se convaincre de cette vérité, on n'a qu'à verser dans un appareil de marbre sur quelques fragments de zinc distillé, un acide sulfurique un peu étendu préparé avec de l'acide fumant, puis à tenir sur le tube par où s'échappent les gaz, un petit morceau de papier blanc à filtre imbibé d'acétate de plomb, on voit aussitôt celui-ci noircir ; même à l'odorat seul, on reconnaît déjà la présence du gaz sulfhydrique, ce qui n'a pas lieu, ainsi qu'il a été dit, quand on répète cette expérience avec de l'acide étendu préparé avec de l'acide sulfurique dit anglais.

VIII. *Moyen pour découvrir si le papier à écrire est encollé avec de la colle végétale ou animale.*

J'ai été invité il y a peu de temps par un marchand de papier, à lui procurer un moyen facile à l'aide duquel il pût s'assurer si le papier à écrire était encollé avec de la colle végétale ou de la colle animale ; comme ce négociant me faisait savoir en même temps qu'il avait appris que dans l'encollage végétal on se servait d'un apprêt de fécule, il se présentait naturellement un moyen d'épreuve connu depuis longtemps, et dont je n'aurais pas cru nécessaire de faire mention ici, si des essais nombreux que j'ai faits, ne m'eussent démontré que presque toutes les sortes actuelles de papiers fins à écrire et de papiers à lettres, surtout celles qui sont lisses, ainsi que les papiers fabriqués à la mécanique qu'on trouve en Allemagne, quand on les imbibait d'une teinture d'iode, prenaient une teinte bleue, et par conséquent étaient encollés avec de la fécule. Les papiers plus anciens et ceux de finesse moyenne, par exemple ceux des fabriques hollandaises, sont encollés à la colle animale. On pourrait donc se servir de la teinture aqueuse d'iode, comme d'une encre sympathique, sur les papiers à écrire des sortes les plus fines, ou les employer avec avantage comme papiers réactifs pour constater la présence de l'iode.

Applications de la dorure hydro-électrique.

Le docteur Frankenstein, auquel on doit une méthode de dorure dite hydro-électrique que nous avons décrite avec détail dans *le Technologiste* 4e année, pages 390-393, vient d'entreprendre dans un établissement qu'il a fondé à Gratz en Styrie pour cet objet, un grand travail dont le succès est très-propre à donner une idée avantageuse de ce mode de dorure. Ce travail, c'est la dorure d'une grande croix en cuivre destinée à surmonter le clocher de l'église de Gaming, dans la Haute-Autriche. Cette croix a 2m,40 de hauteur, chaque bras 0m,60 de longueur, et la boule qui la porte, un diamètre de 1 mètre : Voici les opérations qu'on lui a fait subir.

On a commencé par décaper la surface de la croix et de la boule, avec de l'acide sulfurique étendu ; puis on a frotté avec de la craie et du charbon, et enfin, pour bien en unir la surface, on a poli au brunissoir d'acier.

La dorure d'une pièce en cuivre de cette dimension par voie hydro-électrique a exigé un mode de traitement particulier, d'une part, parce que le cuivre noircit assez facilement pendant le travail de l'immersion dans la liqueur, et d'un autre côté, parce que par la répétition successive de l'opération, il arrive que des particules de cuivre sont dissoutes par la liqueur aurique et que la dorure rougit, et enfin, parce qu'on ne peut décider si toutes les parties du cuivre sont également recouvertes d'or. Pour obvier à ces difficultés ainsi qu'à d'autres encore, et en même temps pour donner une grande durée à cette dorure, la croix ainsi que la boule ont reçu d'abord une bonne couche de fond d'argent par voie hydro-électrique, puis on a poli une seconde fois avant de procéder à la dorure.

Le procédé de la dorure au contact, est, comme on sait, très-simple en lui-même. Les surfaces qu'il s'agissait de dorer, ont été garnies de bandes ou de morceaux de zinc de grosseurs convenables, puis plongées deux ou trois fois dans la dissolution d'or contenue dans des vases de forme et grandeur appropriées. Chaque immersion a duré de cinq à dix minutes ; quand elles ont été terminées, on a enlevé les bandes de zinc, dérochié et nettoyé les surfaces avec de l'eau, de l'acide sulfurique étendu, puis de la craie, et on a répété ces divers procédés jusqu'à ce que le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fond d'argent fût recouvert d'une couche d'or mat, de la nuance la plus belle et la plus riche, de nature à résister parfaitement à l'action du polissoir d'acier. Avant le polissage, les pièces ont été soumises à une vive chaleur sur un feu de charbon, puis lavées avec l'acide sulfurique étendu.

L'immersion des deux hémisphères dont la boule se composait, dans les cuves, a présenté quelques difficultés et l'emploi d'une certaine force pour faire monter la liqueur jusqu'au niveau des bords. On y est parvenu à l'aide d'un levier de pression bien simple et agissant de haut en bas.

Quoique tout le travail de la dorure ait été conduit avec le soin le plus scrupuleux et la plus grande vigilance, on remarquait cependant, à cause de la grandeur de l'objet, quelques défauts dans la surface dorée qu'il a été, par des causes fortuites, impossible d'éviter, et la croix avec ses bras après avoir été polis et terminés ainsi que la boule, présentaient de petites taches ou pour mieux dire, çà et là, quelques points faibles qui auraient peut-être nécessité une nouvelle immersion, si M. Frankenstein n'avait trouvé un moyen simple de faire disparaître facilement ces défauts sans nouvelle manipulation, à l'aide d'un sel dit *sel à dorer au contact*, dont il n'a pas fait connaître la composition. A l'aide de ce procédé, il lui est possible de dorer et d'argenter les objets des plus grandes dimensions ou seulement quelques-unes de leurs parties, ce qui sera certainement d'une haute importance pour les arts architectoniques.

Jusqu'à présent, on n'avait doré ou argenté des objets qu'en les plongeant dans la dissolution d'un sel d'or ou d'argent, au moyen d'un courant hydro-électrique. Ce procédé, lorsqu'il s'agissait de grosses pièces, exigeait une masse considérable de liqueur, et par conséquent une quantité très-notable de métal dans la solution aurique ou argentique. De plus, on éprouvait des difficultés pour dorer ou argenter des portions distinctes et circonscrites d'une pièce, attendu qu'il n'est pas de vernis ou de réserve qui ne soit au bout de quelques secondes dissous en grande partie sur le passage du courant électrique à la surface du métal où on les a placés pour s'opposer sur ces points au dépôt de l'or et de l'argent, et cela même avant que la dorure ou l'argenture des portions laissées à découvert, soient complétement terminées ; un des problèmes les plus intéressants à résoudre, consistait donc à trouver la composition d'un sel d'or ou d'argent qui fût propre non-seulement aux opérations par immersion, mais qui pût aussi s'être employé séparément par chargement mécanique et à une température correspondante par voie humide de même que l'amalgame d'or dans la dorure au feu, et dont la composition, fondée en même temps sur le principe de l'action chimique au contact des métaux, permît en un instant (quelques secondes), de dorer ou argenter des points ou des parties distinctes aussi aisément sur les grosses que sur les petites pièces. C'est ce problème que M. Frankenstein a résolu, mais dont il s'est jusqu'à présent réservé le secret.

La surface totale que présentait la croix à dorer avec la boule, était de près de 5 mètres carrés ; on a calculé que dans la dorure au mercure, il aurait fallu pour une dorure ordinaire et durable, au moins 10 ducats par mètre carré de surface, de façon qu'on aurait employé 50 ducats à cette dorure, tandis que par la dorure hydro-électrique, on n'en a consommé que 25 ou moitié, quoique partout la couche d'or recouvrît parfaitement l'enduit d'argent, et eût dans tous ses points une belle couleur uniforme. Tous ceux qui ont vu ce travail, pensent qu'exposé aux influences atmosphériques, il aura de la durée, parce que la couche d'or paraît suffisante pour cela, et de plus, que cette couche, qui a supporté parfaitement bien l'action du brunissoir, présente une adhérence propre à lui assurer une longue conservation.

Simplification dans les appareils galvaniques.

Par M. le docteur Philippe.

On s'occupe beaucoup depuis quelque temps du mode d'établissement des appareils galvaniques ; plusieurs savants ont cherché à les simplifier, d'autres à leur donner plus de commodité afin d'en faciliter l'introduction dans la pratique. J'ai aussi tenté, de mon côté, de donner plus de simplicité et d'aisance aux manipulations, et on jugera du degré de succès que j'ai obtenu d'après ce que je vais dire en quelques mots.

Pour la précipitation du cuivre, je me sers d'un cylindre d'argile qui renferme une lame de zinc et de l'eau acidulée. Ce cylindre est plongé dans un vase où

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on a versé la dissolution de vitriol de cuivre, et un fil qui part du zinc et plonge dans la dissolution cuivrique est fixé sur l'objet ou la figure qu'il s'agit de couvrir de métal.

Le cylindre d'argile ne coûte que quelques centimes, et je ne connais pas d'appareil qui soit à la fois plus commode et plus efficace pour les opérations galvanoplastiques.

Quant à la dorure et à l'argenture, pour lesquelles je considère la batterie de Daniell comme la plus avantageuse, j'ai cherché à en établir une infiniment plus commode en me servant, au lieu de cylindre de cuivre, toujours dispendieux, d'un cylindre de tôle étamé, qui se recouvre de cuivre, dans l'appareil lui-même, en mettant l'appendice ou prolongement du cylindre de zinc en communication avec ce cylindre en tôle. C'est avec ces éléments que je monte alors ma batterie de Daniell.

Je ferai remarquer qu'il ne faut employer d'abord qu'une faible dissolution de sel pour le cylindre de zinc, et au contraire mettre le cylindre de tôle dans une dissolution cuivrique saturée, parce qu'autrement la précipitation du cuivre étant trop rapide ce métal s'enlèverait ensuite par écailles.

Un verre de 25 cent., un cylindre de fer-blanc de 10 cent., un cylindre d'argile de 15 cent. et un cylindre de zinc de 20 cent., au total 70 cent., et pour une batterie de deux couples 1 fr. 40 c., forment l'ensemble et le prix de l'appareil.

Je recommande vivement ce cylindre aux praticiens à cause de sa durée et de son efficacité.

Emploi de l'amalgame de sodium dans les applications galvaniques.

Par M. F.-C. Henrici.

On prépare l'amalgame de sodium, en jetant ce métal dans du mercure et en faisant plonger simultanement une baguette de laiton à laquelle le composé adhère. Ce composé, formé ainsi qu'il vient d'être dit, a été déposé dans le cylindre d'argile d'une pile de Daniell, dont le cylindre de cuivre avait une hauteur et un diamètre de 90 centimètres (?). Les fils conducteurs de laiton présentaient un diamètre de 7/10 de millim. et 40 millim. de longueur active; ils plongeaient dans de l'eau légèrement acidulée à une distance de 1 centim. l'un de l'autre.

Comme liquide positif, on a d'abord employé de l'eau aiguisée avec quelques gouttes d'acide sulfurique, puis une solution concentrée de sel marin, et à la fin de l'eau plus fortement acidulée; cette dernière a fourni l'effet le plus énergique avec l'amalgame, mais son action sur ce corps s'est montrée tellement tumultueuse qu'elle n'a été que de peu de durée, et tout à fait irrégulière. Même l'eau légèrement acidulée agit encore avec force sur cet amalgame, tandis que la dissolution de sel marin est tellement calme et modérée qu'elle paraît éminemment propre à ces sortes d'essais. A chaque changement de métal positif on a changé les liqueurs.

Voici actuellement les résultats des expériences :

Liqueurs positives.	Quantités de gaz en volume obtenues par	
	l'amalgame.	le zinc.
1. Eau très-légèrement acidulée		
après 10 minutes.	92	7
15	152	»
20	222	»
23	256	»
45	»	34
95	»	237
208		
2. Dissolution concentrée de sel marin		
après 5 minutes	115	38
10	190	82
15,2	256	»
3. Eau fortement acidulée.		
après 1 minute	30	»
10	»	51,5

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces faits n'ont pas besoin de commentaire ; la supériorité de l'amalgame sur le cuivre est tellement marquée que l'expérience paraît avoir prononcé définitivement sur cette question. Dans tous les cas, il ne peut y avoir de difficulté à préparer de l'amalgame de sodium en telle quantité, et sous telle forme qu'on désire, pour en construire une pile d'un nombre déterminé d'éléments. Il n'y a pas de doute qu'avec un nombre comparativement faible de pareils éléments, on obtiendra des effets voltaïques tout à fait extraordinaires.

Procédé pour recouvrir les tissus fibreux d'un enduit ou couche métallique.

Par M. Napier.

Le procédé que je propose, consiste dans l'application de nouveaux moyens pour précipiter les métaux par voie électrique ou galvanique et produire des tissus en matières fibreuses métallisés, c'est-à-dire où le metal est déposé ou précipité sur ces matières fibreuses, telles que lin, chanvre, coton, laine, etc., ou bien incorporé avec elles. Ces tissus ainsi préparés deviennent ensuite propres à être employés pour établir des toitures, pour couvrir le vaigrage ou le fond des navires, et à beaucoup d'autres usages qu'il est facile d'imaginer.

Pour donner au tissu une surface conductrice, propre à recevoir un dépôt de metal lorsqu'on expose dans une solution convenable à l'action d'un courant électrique, je me sers de plombagine, ainsi qu'on l'a déjà proposé, mais en adoptant un nouveau mode d'application que je vais décrire.

Je réduis la plombagine en une poudre impalpable, je la jette dans de l'eau où par l'agitation elle reste suspendue sous un grand état de division. Je plonge alors dans cette espèce de bain le tissu que je veux neutraliser et qui pénètre ainsi dans ses pores et ses interstices de la matière conductrice.

On peut aussi, pour le même objet, faire usage d'un alliage de fer et de zinc qu'on produit en exposant du zinc mélangé à quelques morceaux de fer à une température exactement au-dessous de celle à laquelle le métal distille dans un vase de fer luté avec le plus grand soin à l'exception d'un tube qui se rend en dehors du fourneau, absolument de la même manière que dans le procédé ordinaire de la distillation du zinc. Au moyen de cette exposition à la chaleur pendant quelques heures, le zinc en refroidissant se transforme en un composé cristallin qu'il est facile de réduire en poudre. Je pulvérise ce composé finement, je le mélange à la plombagine, et comme il réduit très-aisément un grand nombre de sels métalliques, à cause de sa grande affinité pour l'oxigène, je le trouve extrêmement utile pour préparer des tissus metalliques.

Pour obtenir une surface conductrice cuivreuse, je commence par imprégner le tissu d'un sel de cuivre, que je réduis ensuite à l'aide de la substance que les chimistes appellent glycérine (?). On pourrait aussi employer beaucoup d'autres substances comme agents de réduction pour précipiter le métal sur le tissu préalablement imprégné avec la solution d'un sel métallique, et enfin le métal pourrait être réduit en mettant le tissu en communication avec un appareil galvanique, de manière à ce que l'hydrogène dégagé en traversât les mailles, et même le pénétrât intimement.

Si on veut préparer une surface conductrice d'argent ou d'or, on expose le tissu imprégné, avec la solution d'un sel de l'un de ces deux métaux, à l'action d'un courant d'hydrogène phosphoré ou d'un autre gaz, de la manière suivante.

On dépose le tissu dans une chambre construite avec des matériaux convenables, et qu'on puisse rendre aussi imperméable qu'il est possible. A l'une de ses extrémités, on introduit le bec d'une cornue, dans laquelle on produit de l'hydrogène phosphoré, tandis qu'à l'autre extrémité on adapte un petit tube courbe, qui ramène le gaz dans une cuve pneumatique à eau ordinaire près du point où s'insère le bec de la cornue. On introduit aussi dans cette chambre un autre tube provenant du tuyau d'un gazomètre ou autre réservoir quelconque, afin de pouvoir le remplir, soit d'hydrogène pur, soit de gaz d'éclairage obtenu par les moyens ordinaires. On fait passer dans la chambre un courant de ces gaz jusqu'à ce que l'examen du gaz qui s'échappe par le tube courbe de la cuve pneumatique démontre que tout l'air atmosphérique a été expulsé de la chambre, et c'est alors qu'on fait arriver dans cette chambre le gaz phosphydrique qui complète la réduction du métal.

Pour générer ce gaz, on se sert du moyen ordinaire, c'est-à-dire du phosphore et de la potasse caustique en solution, en recouvrant la surface de la potasse caustique avec une petite quan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tité d'éther qui, étant volatilisé par l'application de la chaleur, chasse l'air de la cornue, et s'oppose à la combustion de l'hydrogène phosphoré, qui aurait lieu infailliblement lorsqu'il se trouverait en contact avec l'air atmosphérique (1).

On peut se servir de bien des moyens pour produire la précipitation électrique du métal, mais en voici un qui a constamment réussi.

On prend une plaque de fer ou feuille de tôle, dont on protége une des faces avec un enduit poreux, en se servant des matériaux ordinairement employés dans les batteries galvaniques. Ce que j'ai trouvé de mieux à cet égard est un mélange à parties égales de plâtre fin et de ciment romain, dont on fait usage pour enduire l'une des faces de la plaque de fer. Sur l'autre face de cette plaque en fer, on fixe le tissu sur lequel on veut qu'il y ait précipitation de métal, avec de la cire ou toute autre substance propre à cet usage, mais qui soit insoluble dans la solution métallique. Après avoir disposé de cette manière deux ou un plus grand nombre de plaques, on les met en communication, puis le tout ainsi disposé est plongé dans un grand vaisseau renfermant la solution du métal qu'il s'agit de précipiter.

Voici encore une autre méthode dont le succès nous a toujours paru certain.

Dans cette méthode, on fait usage d'une plaque de zinc amalgamé ou d'un autre métal combiné à la surface avec le mercure, et lorsque le tissu a été collé dessus, on frotte la surface de celui-ci avec l'alliage de zinc et fer très-finement pulverisé dont il a été question ci-dessus. Le tissu fixé au métal est alors plongé dans une solution métallique convenable et mis en communication avec la plaque zinc d'une batterie galvanique, tandis qu'une autre plaque ou pièce du métal qu'il s'agit de précipiter est attachée à la plaque cuivre de la batterie. Le reste de l'opération, c'est-à-dire la précipitation de ce métal sur le tissu, s'exécute de la manière ordinaire.

NOTE DE L'ÉDITEUR.

Nous ignorons si M. J. Napier est bien l'inventeur des procédés spécifiés dans l'article précédent, mais, ce que nous savons très-positivement, c'est que, dans l'établissement de MM. Elkington, en Angleterre, on fabrique, depuis un certain temps, des tissus metallisés, sans les enduire d'abord de plombagine, et en les colant sur des plaques de cuivre, qui constituent la cathode, et qu'on plonge ensuite dans une solution de sulfate de cuivre. L'action du métal suffit pour produire le dépôt uniforme intersticiel. On dore ou on argente ensuite si on le désire. Le tissu ainsi métallisé est enlevé des plaques et passé entre des rouleaux. Dans cet établissement, on se sert aussi de l'alliage de zinc et fer très-friable réduit en poudre fine, qu'on mélange à la plombagine, pour s'en servir à la manière ordinaire. Enfin MM. Elkington ont établi chez eux une batterie à diaphragme bien simple et très-efficace. Ils prennent une plaque de fer à laquelle on a soudé un fil conducteur, ils la posent sur une table, et versent dessus un mélange épais d'une partie de plâtre de Paris et de 8 parties de ciment romain. Quand ce mélange a commencé à prendre, ils tournent la plaque et l'enduisent de l'autre côté de la même manière. Le fer ainsi enduit, est placé dans la solution de sulfate de cuivre, et constitue l'élément positif d'une batterie de Daniell, auquel on expose une plaque de cuivre, ou dont on se sert comme un appareil à une seule cellule ou auge.

Nous profiterons de cette circonstance pour annoncer également que M. Philipps a mis récemment sous les yeux de la société polytechnique du Cornwall une plaque destinée à servir d'élément négatif dans une batterie voltaïque, et qui consistait en une toile revêtue de cuivre (la toile ayant été rendue conductrice au moyen de la plombagine), puis ensuite argentée et platinée; cette toile, par l'inégalité de sa surface, présente un très-grand avantage sur les plaques dont on se sert ordinairement.

(1) On peut voir dans le numéro précédent, page 203, l'article de M. Bresthauer sur la dorure chimique de tissus de soie. F. M.

Note sur l'emploi de l'iodure de potassium comme moyen chlorométrique.

Par M. LASSAIGNE.

Il y a plus d'un an (voir *le Technologiste*, 4e année, page 99) que nous avons proposé l'iodure de potassium en solution titrée pour apprécier les solutions de chlore contenues dans les hypochlorites alcalins usités dans le commerce. Ce procédé, qui nous a paru l'emporter sur le chloromètre à base

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'indigo, est fondé, comme nous l'avons établi à cette époque, sur la quantité de chlore libre nécessaire pour décomposer complétement une portion connue d'iodure de potassium pur, dissous dans un poids déterminé d'eau distillée, et la convertir en chlorure de potassium et en perchlorure d'iode, dont la solution aqueuse est incolore.

Pour apprécier la décomposition, nous ajoutons au solutum d'iodure de potassium un peu d'amidon dissous pour reconnaître, par la couleur de l'iodure d'amidon produit, l'instant où la décomposition est achevée; mais cette addition n'est pas utile, comme nous l'avons constaté depuis quelques mois.

La coloration jaune orange que prend la solution d'iodure de potassium, et sa décoloration au moment où l'opération est terminée, peuvent servir de guide, et dispenser de faire usage d'amidon. Les expériences comparatives que nous avons faites dernièrement nous ont démontré que les résultats étaient absolument les mêmes avec ou sans amidon ajouté au solutum d'iodure de potassium, ce qui rend encore plus simple le moyen que nous proposons comme chloromètre.

Les calculs que l'on doit faire pour connaître ensuite les proportions de chlore, sont les mêmes que ceux indiqués dans notre premier mémoire. Nous allons les rapporter ici, avec les moyens simples pour exécuter l'opération.

On mesure dans la pipette du chloromètre un volume de solution titrée d'iodure de potassium, qu'on place dans un bocal ou verre à boire; puis, après y avoir ajouté une ou deux gouttes d'acide sulfurique pur et concentré, on y verse peu à peu de la solution d'hypochlorite contenue dans la burette graduée à col de cygne. L'opération est terminée lorsque la solution d'iodure de potassium, qui s'est colorée par suite de sa décomposition et d'une portion d'iode mise en liberté, a repris la limpidité de l'eau pure. Ce point est assez facile à saisir en plaçant le vase dans lequel on opère sur une feuille de papier blanc.

Pour déterminer la proportion du chlore contenue dans l'hypochlorite alcalin, on note la quantité en volume qui a été employée.

En supposant que cette quantité soit équivalente à 0,5 d'une division de la burette, on établit la proposition suivante :

$$1 : 0{,}5 :: x : 1,$$

$$x = \frac{1 \times 1}{0{,}5} = 2.$$

Ce résultat indiquerait donc que la solution de l'hypochlorite essayé contient exactement deux volumes de chlore.

L'examen comparatif de ce moyen chlorométrique en employant la solution d'iodure de potassium pur ou additionné d'amidon, a fourni les résultats suivants avec une solution d'hypochlorite de potassium du commerce.

1 volume de solution d'iodure de potassium pur a exigé pour être décomposé complétement.	vol. 0,245 de solutum d'hypochlorite.
1 volume de solution d'iodure additionné d'un peu d'amidon a exigé.	vol. 0,240 du même solutum d'hypochlorite.

Dans un autre essai avec une solution d'hypochlorite de soude, les quantités de ce composé dans deux épreuves faites ont été entre elles : : 6,40 : 6,35.

Ce moyen nous paraît devoir présenter assez d'exactitude pour divers besoins des arts et du commerce, et, à ce titre, remplacer peut-être avec quelque avantage le chloromètre à base d'indigo.

Analyse d'un alliage connu dans le commerce sous le nom de métal argentin, *employé à la fabrication de cuillers et de fourchettes imitant l'argent par leur aspect.*

Par MM. Chevallier et Lassaigne.

Cet alliage, qui est aujourd'hui très-employé dans les arts, présente, avec une certaine malléabilité, une légère sonorité. L'analyse que nous avons faite d'une cuiller neuve qui nous avait été remise pour en connaître la composition, nous a démontré que cet alliage, d'une densité de 7,230, était formé, sur 100 parties, de

Étain	85.44
Antimoine.	14.50
Plomb.	0.06
Traces de cuivre et de fer.	» »
	100.00

L'analyse d'une vieille cuiller d'étain

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

telle qu'en fabriquent certains potiers d'etain, nous a présenté une densité de 8,799, et la composition suivante :

Étain	48.07
Antimoine.	3.60
Plomb.	48.30
Cuivre.	0.03
Traces de fer . . .	»
	100.00

De l'emploi de l'acide chloreux comme substance accélératrice.

Par M. Belfield-Lefèvre.

Lorsque l'on expose la couche iodurée qui doit recevoir l'image de la chambre noire à l'action du gaz acide chloreux pur, celui-ci est absorbé, et la sensibilité de la couche iodurée s'en accroît dans la proportion de 1 à 180 environ.

Pour obtenir cette sensibilité extrême, qui est un maximum, il suffit que la couche iodurée soit soumise pendant 90 secondes à l'action d'une atmosphère contenant 2 millièmes de son volume de gaz acide chloreux. Une exposition plus prolongée à une atmosphère plus chargée de vapeur chloreuse n'accroît plus la sensibilité de la couche impressionnable, mais elle n'entraîne non plus aucun de ces accidents fâcheux qui résultent d'ordinaire de faibles excès dans les dosages des substances accélératrices.

La sensibilité de la couche iodurée saturée de gaz acide chloreux nous a toujours paru parfaitement constante. Nous osons donc espérer que la photométrie pourra compter un nouveau moyen de mesurer l'action chimique des radiations lumineuses.

L'emploi de l'acide chloreux en photographie a en outre cet avantage bien remarquable, qu'il ne permet pas cette réduction complète de l'iodure d'argent d'où résulte la coloration en bleu. Les épreuves *passent*, mais elles ne *brûlent* pas. En d'autres termes, la réduction s'arrête, pour les grandes lumières, aussitôt que celles-ci ont acquis leur pleine valeur ; mais si l'exposition à la chambre noire est prolongée au delà de ce terme, la réduction continuera de s'effectuer dans les demi-teintes et dans les noirs jusqu'à ce que l'image soit entièrement nivelée.

Ces modes d'agir de l'acide chloreux nous paraissent faciles à expliquer.

Absorbé dans l'obscurité par la couche impressionnable que nous savons être composée de carbure d'hydrogène et d'iodure d'argent, le gaz acide chloreux pur ne peut réagir directement ni sur l'un ni sur l'autre de ces deux éléments distincts. On conçoit dès lors que la couche iodurée puisse être exposée à un excès de gaz acide chloreux, sans que l'on ait à redouter les accidents que détermine l'excès de chlore ou de brome libres, et qui tiennent à ce que ces substances, employées pures, réagissent sur le carbure d'hydrogène pour former des hydracides, et sur l'iodure d'argent pour former des chlorures et des bromures. La substitution d'une combinaison oxigénée de chlore au chlore lui-même permettra donc toujours d'atteindre au maximum de sensibilité de la couche impressionnable, et ce maximum sera une quantité à peu près constante.

Soumis à l'action de la lumière, l'acide chloreux et le carbure d'hydrogène réagissent l'un sur l'autre par voie de double décomposition. Le chlore de l'acide brûle tout l'hydrogène du carbure pour former de l'acide chlorhydrique, et l'oxigène brûle une portion du carbone, tandis que le résidu du carbone forme un carbure d'iode aux dépens de l'iodure d'argent reduit. Le point de départ du phenomène est donc la tendance de l'acide chloreux à se décomposer en présence d'un carbure d'hydrogène et sous l'influence de la lumière solaire : le résultat definitif, c'est la réduction de l'iodure d'argent à l'aide du carbone naissant. La rapidité extrême avec laquelle l'image se forme nous paraît ainsi suffisamment expliquée.

Pour que le resultat soit atteint avec certitude, il faut et il suffit que la quantité de chlore absorbée puisse brûler tout l'hydrogène du carbure. Un excès réagirait, sous l'influence de la lumière, sur l'iodure d'argent, et cet excès se traduit sur l'épreuve par une tache blanche, nacrée, chatoyante et limitée par les lignes mêmes de l'image.

Nous avons avancé que dans la formation de l'image daguerrienne il y avait à la fois oxidation ou résinification de la couche organique superficielle, et réduction de la couche profonde. En substituant au chlore ou au brôme une de leurs combinaisons oxigénées, on transforme, et cela doit être, l'oxidation de la matière organique en une combustion complète. Cette modification dans l'action chimique entraîne nécessairement des modifications correspondantes dans l'image produite. Et en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

effet, dans les procédés ordinaires, lorsque l'image est formée par l'action de la lumière dans la chambre noire, il reste à la surface de l'iodure partiellement réduit une résine pulvérulente qui complétera l'œuvre de la réduction si l'exposition se prolonge; et lorsque la vapeur de mercure se condensera sur l'épreuve, cette résine, interposée entre elle et l'iodure d'argent, retardera pendant un temps la réaction. En substituant l'acide chloreux au brôme, et par suite la combustion du carbure d'hydrogène à son oxidation, il doit en résulter que la réduction de l'iodure d'argent dans la chambre noire s'arrêtera dès lors qu'il n'y aura plus de carbone libre pour l'effectuer, et que l'image apparaîtra sous la vapeur du mercure dès l'instant où celle ci sera condensée à la surface de l'épreuve. Et c'est bien là en effet ce qui a lieu.

Voici une méthode que l'on peut suivre dans l'emploi du gaz acide chloreux.

On fait fondre dans une capsule de porcelaine et à une douce chaleur du chlorate de potasse cristallisé. Lorsque la masse vitrifiée est refroidie, on en introduit quelques grossiers fragments, 4 à 5 décigrammes peut-être, dans un flacon de la contenance de 1 centilitre environ : on verse sur ces fragments 4 à 5 grammes d'acide sulfurique pur et concentré, et on conserve le mélange soigneusement abrité de toute lumière. Le flacon ne tarde pas à se remplir de gaz acide chloreux que l'on peut y puiser avec une petite pompe en cristal pour l'injecter ensuite dans la capsule à brôme, suivant l'ingénieux procédé indiqué par M. Choiselat pour l'emploi du bromoforme. 1 centimètre cube de gaz pour une surface iodurée de 1 décimètre carré sera un dosage approximatif assez exact.

Nous croyons devoir indiquer aussi le mode que nous employons pour la préparation de la couche organique, tant elle importe, suivant nous, au succès de toutes les opérations ultérieures.

On saupoudre de tripoli la surface de l'argent, on y laisse tomber quelques gouttes d'*huile essentielle de fleurs de lavande fraîchement distillée;* puis on la polit avec un tampon de coton jusqu'à ce qu'elle soit recouverte d'une couche uniforme de cambouis noirâtre. Alors, avec un tampon nouveau de coton et une nouvelle addition de poudre siliceuse, on enlève le cambouis formé, arrêtant l'opération sitôt que la surface de l'argent apparaît nette, noire et brillante.

A cet état, la surface métallique condense le souffle en une nappe uniforme, blanche, mate et translucide. L'acide nitrique, étendu de dix fois son volume d'eau, ne la mouillerait pas; mais une goutte d'acide sulfurique que l'on y étendrait à l'aide d'un tampon d'amiante s'y colorerait en brun.

Fixation des images photographiques par le chlorure d'argent, et couleurs à l'hydrosulfite.

Par M. T. Gaudin.

Jusqu'à ce jour on se contentait de dorer et d'argenter des épreuves déjà fixées au chlorure d'or; mais il était rare que l'on obtînt rien de bon, parce que le dépôt laissé par l'eau de lavage, même en se servant d'eau distillée, amenait toujours un dépôt inégal de ces métaux.

Me proposant de fixer les épreuves au bain d'argent au lieu de chlorure d'or, j'ai suivi le procédé que j'ai employé pour l'usage du chlorure d'or, c'est-à-dire que j'ai plongé une plaque dans le bain d'argent au sortir de l'hyposulfite, et j'ai réussi à la fixer du premier coup, tout en lui donnant beaucoup d'éclat. Il y a mieux, le lavage à l'hyposulfite est superflu, attendu que le bain d'argent dissout presque instantanément la couche impressionnable, pourvu qu'on ait soin de n'établir la communication de la plaque avec le pôle zinc que 5 à 6 secondes après l'immersion dans le bain; quand on reconnaît par l'inspection de la plaque que la couche impressionnable a disparu, on établit le circuit, et aussitôt l'argent se dépose et éclaircit l'épreuve à vue d'œil : au bout de 8 à 10 secondes l'épreuve est solidement fixée et a pris le plus bel éclat.

Ce procédé présente plusieurs avantages que je vais énumérer.

1° Il donne un tel éclat aux lumières que les parties solarisées deviennent le plus souvent d'un beau blanc; de sorte qu'on a une belle épreuve au lieu d'une épreuve détestable.

2° Une épreuve faite à l'argent diffère essentiellement d'une épreuve fixée au chlorure d'or, en ce que toute sa surface est d'argent, métal photogénique, tandis que pour l'épreuve fixée au chlorure d'or, la surface est couverte d'un métal non photogénique. La dorure a beau être mince, rien n'est plus long et plus difficile que de rendre une plaque,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec une épreuve fixée au chlorure d'or, propre à donner une nouvelle épreuve passable sans mettre la feuille de plaqué hors de service. La chose est bien différente avec une épreuve fixée à l'argent, il suffit de la frotter *à sec avec du tripoli* jusqu'à ce qu'on ait fait disparaître les reliefs qui faisaient l'épreuve ; dans cet état, la plaque est prête à servir.

3° Les plaques portant des épreuves qu'on ne veut pas conserver, se fixent au bain d'argent au sortir de la chambre à mercure ; c'est la manière de les argenter de nouveau pour n'avoir plus à les frotter qu'au tripoli sec.

4° Les revers des plaques ou des plaques de cuivre s'argentent très-bien quand on vient de les frotter au tripoli sec.

Ainsi il ne faut plus de plaqué, plus d'huile, plus d'essence de térébenthine, plus d'hyposulfite, plus de chlorure d'or.

Couleurs à l'hyposulfite. Si vous versez sur une épreuve au sortir de la boîte à mercure, ou bien fixée à l'argent ou au chlorure d'or, de l'hyposulfite concentré, puis que vous ameniez ce liquide presqu'à l'ébullition, l'épreuve prend peu à peu les teintes les plus riches, allant successivement du jaune au rouge et du rouge au bleu. Le pôle zinc de la pile le détermine à froid à l'endroit dont il approche. Ces divers moyens employés avec art permettent de donner aux épreuves des teintes transparentes, soit uniformes, soit de contraste, en conservant tout le modelé des objets. Les épreuves déjà fixées au chlorure d'or donnent les plus riches couleurs.

Le bain que j'ai employé est celui si connu qui résulte du cyanure d'argent dissous dans le cyanure de potassium ; c'est un liquide capricieux qui a besoin d'être étudié. Je donnerai d'autres détails en présentant prochainement des épreuves complètes.

Sur la couleur jaune du linge blanchi à la vapeur.

Par M. Juch, directeur de l'École des arts et métiers de Schweinfurt.

Le blanchiment à la vapeur, qu'on a recommandé si vivement au commencement, semble depuis quelque temps tomber dans le discrédit par une circonstance à laquelle les ménagères et les praticiens n'avaient pas songé. Le linge de lin, chanvre ou coton est, il est vrai, parfaitement purgé ainsi des impuretés qui les souillaient ; mais, malgré le traitement le plus soigné, il prend une nuance jaunâtre d'abord, puis une coloration en jaune qui augmente de plus en plus à chaque blanchissage.

Voilà assurément un défaut bien propre en effet à discréditer auprès des ménagères et de toutes les maîtresses de maison qui aiment à voir leur linge bien blanc le blanchissage à la vapeur, qui du reste nettoie si bien et à si bon marché le linge.

J'ai fait quelques expériences à cet égard, et je crois ne pas me tromper en attribuant cette teinte jaunâtre et cette coloration jaune de plus en plus intense, chaque fois qu'on envoie le linge au blanchissage, à une très-petite quantité de fer qui se trouve contenu dans la soude à l'état de protoxide. Ce sel, qui s'attache aux fibres des tissus, s'y trouve ensuite fixé d'une manière très-solide par l'action de la vapeur, et plus on soumet de fois le linge au blanchissage, plus aussi il se combine d'oxide de fer avec ses fibres, et plus le linge devient par conséquent jaune.

Il est possible que les praticiens aient déjà fait la même observation que moi ; mais dans tous les cas il serait important que les fabricants de soude fissent tous leurs efforts pour enlever dans leur soude jusqu'aux moindres traces de fer qui peuvent provenir, soit des matériaux qu'ils emploient, soit des instruments ou ustensiles dont ils se servent, autrement ils compromettraient l'existence de cet art intéressant et utile, auquel on a eu beaucoup de peine à concilier la faveur du public.

Huile de maïs.

L'*American, journal of Sciences* du mois d'octobre, annonce que depuis quelques années les fabricants d'une liqueur analogue au wiskey, qu'on fabrique aux États-Unis avec la farine de maïs et d'autres graines, se sont aperçus que lorsqu'on employait le maïs seul et sans le mélanger avec du seigle, comme c'est la pratique ordinaire, on obtenait une huile grasse que l'on pouvait retirer avec profit. Cette huile vient nager à la surface des cuves en fermentation, et se trouve mélangée à l'écume ; on l'enlève et on la laisse déposer. Elle se clarifie, on la décante et elle devient immédiatement propre à être employée ; elle est limpide, a une teinte jaune d'or légère, analogue à celle du maïs, et n'a ni mauvais goût ni mauvaise odeur ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle n'est point siccative, et ne peut en conséquence servir pour les vernis, mais elle est très-bonne à brûler dans les lampes et peut être aussi utilement employée à graisser les machines.

On ne sait pas encore si l'huile est séparée du maïs par la chaleur ou par la fermentation. Pour en obtenir une forte proportion, il faut élever la température un peu plus haut qu'à l'ordinaire; on en retire alors une pinte par boisseau de maïs, sans que la quantité d'alcool obtenue soit le moins du monde diminuée. De cette manière, l'huile paye au fabricant le quart de la valeur du grain employé.

Le seigle seul ou mélangé avec le maïs ne donne point d'huile dans la fabrication du whiskey.

Vernis vert translucide.

On enduit parfois les objets dorés, laques et autres objets d'art, d'un beau vernis translucide verdâtre, dont la préparation est peu connue; on a fait plusieurs essais pour en trouver la composition, et voici la recette qui a fourni les résultats les plus satisfaisants:

On réduit en poudre une petite quantité de matière colorante, qu'on rencontre dans le commerce sous le nom de bleu chinois ou bleu de Chine, et on le mélange avec le double de son poids de chromate de potasse pulvérisé très-fin, et enfin on ajoute une suffisante quantité de vernis au copal étendu avec de l'essence de térébenthine. Ce mélange exige une pulvérisation des plus soignées et une incorporation parfaite de ses ingrédients, autrement il ne deviendrait pas translucide, et par conséquent n'aurait aucun mérite; on peut faire varier le ton de la couleur en modifiant la proportion des ingrédients. Un excès de chromate de potasse fait virer le vert au jaune, et réciproquement celui du bleu lui donne un reflet bleuâtre; ce vernis produit un effet charmant sur les laques, les tentures en papier, les objets dorés, etc., et ne coûte pas cher.

Procédé pour donner à la résine les propriétés de la gomme laque.

Par M. C. Leuchs.

On obtient ce résultat en unissant par la fusion la résine avec une quantité plus ou moins grande de caoutchouc.

Le caoutchouc est d'abord ramolli dans l'eau chaude, bien débarrassé des impuretés qui pouvaient adhérer à sa surface, coupé sous l'eau en lanières ou en petits morceaux, puis séché et projeté par petites portions dans la résine qu'on a fait fondre à une douce chaleur. On n'introduit une nouvelle portion que lorsque celles qu'on a mises d'abord sont parfaitement fondues et incorporées.

Si le caoutchouc se dissout en se gonflant, il ne faut pas laisser monter la chaleur plus haut, parce que autrement la gomme se brûlerait ou noircirait. 100 parties de colophane ou de résine Damara peuvent se mélanger ainsi avec 50 et jusqu'à 75 parties de caoutchouc.

Une attention qu'il faut avoir, c'est de faire refroidir le mélange aussitôt que le caoutchouc est fondu, et dès que la masse commence à s'épaissir de la brasser énergiquement, afin d'opérer le mélange parfait de la gomme avec la résine.

Papier argenté irisé.

Les physiciens, comme on sait, ont découvert que les belles couleurs que l'on remarque dans la nacre de perle étaient dues à une série de stries excessivement déliées qui couvrent la surface de la substance, et qu'en la comprimant sur un corps propre à prendre une empreinte, ce dernier jouissait par l'impression même de ces stries de la propriété de produire le même jeu de lumière. On a été plus loin, et on a démontré que quand on produisait une structure analogue sur des corps métalliques polis, ceux-ci acquéraient à leur tour comme la nacre des propriétés irisées. M. Barton a mis cette observation à profit, en produisant, au moyen d'une machine à graver très-precise et très-délicate, une série de lignes parallèles excessivement fines sur une planche d'acier polie avec le plus grand soin. Le nombre de ces lignes doit être de 3,000 à 4,000 par centim. pour produire convenablement l'effet désiré. Maintenant, pour fabriquer du papier irisé, on prend du papier argenté ordinaire, on le pose sur la planche d'acier et on passe dans une forte presse à rouleau. Cette planche, par ce tirage, ne perd rien de ses propriétés optiques, et peut être ainsi appliquée indéfiniment pour de nouvelles impressions du même genre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Moyen de purifier le naphte.

On dissout 60 grammes de chromate de potasse dans 120 grammes d'eau ; on verse la solution dans une grande bouteille, dans laquelle on a mis 1 kil. de naphte brut ; on agite la masse plusieurs fois, et on l'abandonne en l'agitant ainsi tous les jours pendant un mois dans un endroit éclairé. Au bout de ce temps, le naphte n'est plus rouge, et la portion resineuse et molle s'est déposée au fond dans la solution de chromate de potasse. En décantant avec un siphon, on obtient un naphte presque sans odeur, parfaitement blanc et débarrassé de ses impuretés.

Purification de l'huile de lin.

On prend 1 kilog. de sulfate de protoxide de fer (couperose verte) qu'on dissout dans 3 litres d'eau de pluie, et on verse la solution dans une grande bouteille, dans laquelle se trouve déjà 1 kilog. d'huile de lin brute. On place aussitôt ce mélange dans un lieu éclairé ; on agite tous les jours une à deux fois pendant 4 à 6 semaines. Après ce temps, l'huile de lin est parfaitement purifiée et blanchie, et tout son mucilage ou albumine végétale est précipitée dans la dissolution de sulfate de fer. On décante alors doucement de dessus la dissolution et le dépôt, et on a une huile de lin parfaitement blanche, bien dépouillée, et qui de plus sèche très-aisément. Le vitriol de fer employé à cet objet peut très-bien servir à de nouvelles opérations ; il n'y a pour cela, après la décantation de l'huile, qu'à filtrer la solution, évaporer et faire cristalliser.

Purification de l'huile de gaz.

On dissout 60 grammes de chromate acide de potasse dans 120 grammes d'eau ; on verse la solution dans un vase d'une grande capacité, dans lequel se trouve 1 kilog. de l'huile brute. On agite la masse avec soin et à plusieurs reprises, et on la place en la remuant chaque jour dans un endroit éclairé pendant un mois. Après ce temps, cette huile, au lieu de sa teinte rougeâtre, est devenue blanche, et la portion albumino-résineuse s'est précipitée au fond dans la solution de chromate de potasse. — En décantant l'huile claire avec un siphon de dessus cette solution, on obtient une huile presque sans odeur, parfaitement blanche, et dépouillée de toutes les impuretés qui la souillaient.

Lut pour les acides.

M. Œmike a recommandé, dans le *Journal central de Pharmacie* de l'Allemagne, un lut pour les acides nitrique et chlorhydrique, qui se compose de la manière suivante : on fait dissoudre 1 partie de caoutchouc dans 2 parties d'huile bouillante de lin, et on travaille cette dissolution avec une quantité suffisante d'argile blanche (5 parties environ), jusqu'à ce qu'on en ait formé une pâte ayant une consistance convenable. Ce lut est excellent, dit-il ; l'acide nitrique concentré l'attaque à peine, et l'acide chlorhydrique le plus dense est absolument sans action. Il se ramollit un peu à une haute température, mais sans devenir coulant, et on peut le conserver des années entières sans qu'il se dessèche, si ce n'est à la surface. On ne peut pas toutefois en faire usage dans la préparation de l'acide fluorique liquide ; mais dans ce cas on a recours avec succès à la pâte faite avec de la farine de graine de lin et de l'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tour mécanique universel des ateliers de MM. Scott, Sinclair et compagnie, ingénieurs constructeurs à Greenock.

Ce tour, qui est de l'invention de M. Hastie, a fonctionné sans interruption dans les ateliers de construction de MM. Scott, Sinclair et Cie depuis 1837, de la manière la plus satisfaisante, et peut être, par conséquent, considéré comme une machine-outil dont l'expérience a constaté le bon service et l'utilité.

La fig. 33, pl. 53, représente ce tour vu en élévation par devant, et la fig. 34, le plan de cette même machine; seulement, on l'a rompu en deux endroits pour ne pas donner trop de longueur aux figures.

A, le banc porté par trois blocs robustes B établis et boulonnés sur des dés de pierre noyés dans une maçonnerie solide, C la poupée mobile, D la poupée fixe avec ses deux arbres, sur l'un desquels E sont calés solidement une roue et un pignon. Sur le second de ces arbres F, sont une autre roue et un pignon avec le cône intermédiaire de poulies pour les changements de vitesse; le pignon est venu de fonte avec les poulies qui tournent librement sur l'arbre, tandis que le cône est fixe. G, support à chariot dont on voit les détails dans les fig. 39, 40, 41 et 42; H, vis principale du tour, qui fait mouvoir le support le long du banc. I, arbre qui règne derrière le tour dans toute sa longueur, et qui est destiné à faire fonctionner le support, quand il s'agit de tourner des pièces conico-convexes, sphériques, ou de dresser des surfaces planes.

K, fig. 37, arbre oblique porté sur une plaque *m* mobile, dans des coulisses circulaires découpées dans la joue *m*, et qui ont même centre que l'arbre principal. *n* un autre arbre aussi oblique termine par une vis sans fin qui fait tourner la roue dentée et placée à l'extrémité de l'arbre I.

Le tour au moyen des deux arbres E et F qui font partie de la poupée fixe, a deux sortes de mouvements; le premier, ou le plus rapide, s'obtient en fixant par le moyen d'une clef destinée à ce service, le cône de poulies ainsi que le pignon qu'il porte sur l'arbre F, et en mettant hors de prise la roue et le pignon de l'arbre E avec la roue et le pignon de F, par le moyen du levier *o* faisant mouvoir une tringle *l*, qui porte deux leviers articulés à coussinets sur lesquels tourne l'arbre E. Le second mouvement, qui est plus lent, s'obtient en rendant les poulies folles sur l'arbre F, et en mettant les deux systèmes de roues et de pignons réciproquement en prise, changement au moyen duquel le nombre des tours faits par l'arbre principal peut dans un temps donné varier dans le rapport de 1 à 35.

La fig. 36 est une vue en élévation latérale du tour disposé pour tourner parallèlement. La vis sans fin *b* que porte l'arbre *k* étant mise en prise avec la roue *c* calée sur l'extrémité de la vis principale H, le support se meut horizontalement sur le banc, proportionnellement à la vitesse de l'arbre principal, et qui dépend du nombre des dents de la roue *c* dont il y a trois de rechange, savoir: une de 30, une de 40 et une de 50 dents; un tour entier de cette roue correspond à la hauteur de la portion filetée de la vis principale, c'est-à-dire à 25 millimètres, de façon qu'on peut faire varier à volonté la marche de l'outil sur le banc, depuis 8 dixièmes jusqu'à 1 demi-millimètre par révolution de l'arbre principal, et cela, dans l'une ou l'autre direction au moyen d'un système d'engrenage à 45° *dd* qu'on peut embrayer avec la roue *d'* qui termine l'arbre *k*. Les galets qui guident cet arbre *k* étant mobiles dans les coulisses circulaires de la joue *m*, décrites du centre de l'arbre principal s'ajustent suivant la position de la vis sans fin aux dimensions de la roue qu'on adapte à l'extrémité de la vis H.

La fig. 38 est une autre vue latérale et en élévation, et la fig. 41, le plan du support à chariot disposé pour tourner sphérique. La vis sans fin de l'arbre *k*, en communiquant son mouvement à l'arbre I, met en même temps en action un engrenage d'angle *ef*, qui au moyen de deux petites roues droites, fait tourner un axe *g* portant une vis sans fin, laquelle fait marcher la roue *h* à laquelle sont fixées, comme on le voit dans le dessin, les portions supérieures du support à chariot, et comme le pignon d'angle *f* venu de fonte avec une des roues qui font marcher l'axe *g*, est libre sur la vis K, la partie inférieure du support reste stationnaire, tandis que celle supérieure se meut concentriquement avec la roue *h*; par conséquent l'outil découpe une surface sphérique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

si le centre de la roue h est bien verticalement au-dessous de l'axe vertical du tour, et le rayon de cette surface sphérique est égal à la distance de la pointe de l'outil à la perpendiculaire qui passe par le centre de la roue. Mais si cette ligne de centre ne coïncidait plus avec l'axe du tour, la surface décrite serait convexe ou concave, et sa forme dépendrait des positions relatives de la ligne de centre de la roue, de l'axe du tour et de la pointe du burin.

Si on veut disposer le tour pour dresser les surfaces, on enlève la roue de l'axe g, et on assujettit le pignon d'angle f sur la vis K, ce qui produit le mouvement transversal du support nécessaire pour ce travail.

La fig. 37 est une autre vue en élévation latérale du tour, et la fig. 42, le plan du support disposé pour tourner conico-convexe, c'est-à-dire pour donner je suppose, un léger renflement gradué au milieu à un arbre ou à une tige qu'on a montée sur le tour. Dans cette disposition, l'arbre I et la vis principale du tour sont mis en mouvement, de façon telle que l'outil, au moyen de l'axe g et de la roue h, se meut suivant une circonférence, tandis que le support est transporté longitudinalement le long du banc. Il en résulte qu'on communique ainsi à cet outil deux mouvements dont la résultante trace une courbe qui produit sur l'objet une surface conico-convexe dont la figure dépend du rapport qu'on établit entre les mouvements relatifs de l'arbre I et de la vis principale H, ainsi que de la position du centre de la roue h, par rapport à l'axe du tour et de la distance de la pointe de l'outil au centre de la roue, tous éléments qu'on peut faire varier à volonté; c'est-à-dire qu'on peut donner tous les degrés de renflement qui conviennent aux objets qu'on a sur le tour.

Quand on tourne conico-convexe, on peut, de même que quand on tourne parallèle, faire varier le mouvement progressif du support à chariot depuis 8 dixièmes jusqu'à 1 demi-millimètre pour un tour de l'arbre principal.

La fig. 35 est une quatrième vue en élévation latérale du tour disposé pour tailler les vis. Dans cette disposition, on a substitué dans les rainures circulaires à la joue qui porte l'arbre k, une joue mobile qu'on ajuste par des vis de pression et portant un bout d'axe sur lequel est placée une roue intermédiaire qui met en rapport la roue p de l'arbre principal du tour avec celle q, qui est montée sur l'extrémité de la vis principale. Le pas de la vis principale étant 35 millimètres, il s'ensuit que celui qu'on taille sur la vis en blanc, est $25\frac{p}{q}$, p étant le nombre des dents de la roue p, q celui des dents de la roue q, rapport qu'on peut faire varier suivant une loi quelconque, en changeant les roues placées sur l'arbre principal et la vis H, toute augmentation ou diminution de 10 dents sur la roue de l'arbre principal correspondant à une augmentation ou une diminution de 3 millimètres, dans la hauteur du pas de la vis qu'on veut tailler.

Un des exemples les plus intéressants de l'emploi de ce tour pour tourner sphérique, est la manière à la fois simple et élégante avec laquelle il tourne l'œil d'une tige. Par exemple, A B, fig. 43, est une tige de cylindre à vapeur ou d'une pompe à air, pour une machine à vapeur de navigation, dont l'extrémité a été tournée au moyen de la disposition sphérique de ce tour, seulement par deux relèvements de l'outil. Comme la partie supérieure de l'œil de cette tige est tournée par une seule application du burin, on croira peut-être qu'il a des ressauts dans les raccordements, mais il n'en est rien, et cette extrémité forme une espèce d'hyperbole très-régulière; ce qui est évident quand on considère que le solide de révolution, dont la portion supérieure de l'œil forme une partie, est un cône renflé ou à surface convexe suivant sa longueur, et que la coupe opérée parallèlement à l'axe dans un cône semblable, est une hyperbole.

Chronomètres avec échappement à remontoire.

Par M. E.-J. Dent.

Nous avons, à l'occasion d'un balancier compensateur de l'invention de M. Dent, habile fabricant anglais de chronomètres, annoncé (voir *le Technologiste*, 4e année, page 266) que cet artiste avait également introduit un échappement à remontoire dans la construction de ces pièces d'horlogerie, et qu'il en avait obtenu de bons résultats; à cette époque, il ne nous a point été possible de faire connaître d'autres détails, mais l'auteur ayant depuis livré à la publicité son invention, nous allons entrer dans les explications que nous croyons propres à en faire apprécier le mérite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai eu l'idée, dit M. Dent, d'introduire un échappement à remontoire dans les chronomètres ou garde-temps portatifs. Dans cette disposition, le ressort remontoire étant monté à des intervalles réguliers par le grand ressort au moyen du système des rouages, donne une impulsion invariable au balancier au moyen d'une roue d'échappement d'impulsion. Le principe de cet échappement, que j'introduis actuellement dans les chronomètres, peut être considéré comme le même que celui inventé depuis peu par M. G.-B. Airy, astronome royal, qui m'en a fourni les dessins, et sur lesquels j'ai construit récemment la première horloge astronomique qu'on ait vue avec un appareil à échappement. M. Airy, ayant généreusement fait don de son invention au public, j'en ai adopté les parties que j'ai cru applicables à un chronomètre, et j'ai réussi à conserver en même temps l'échappement à vibrations libres ordinaires, qui a depuis longtemps et à juste titre conservé une supériorité incontestable en y réunissant seulement les pièces propres à le convertir en un échappement à remontoire. Le résultat de cette combinaison est qu'une impulsion constante est imprimée au balancier par la roue d'échappement, sans qu'il éprouve aucune pression latérale (à moins qu'on ne veuille appeler ainsi celle du ressort remontoire).

Afin d'accomplir cet objet, j'introduis une seconde roue d'échappement, que j'appelle roue d'echappement du rouage, qui tourne concentriquement avec la roue d'echappement d'impulsion, chacune de ces roues ayant son axe distinct sur une même ligne droite. Du reste, ce mode de construction est représenté dans les figures ci-après sur une échelle plus grande que nature, afin d'en mieux faire saisir les détails.

La fig. 34, pl. 54, représente en élévation un chronomètre établi avec la modification que j'ai introduite dans l'échappement de M. Airy.

La fig. 35 est une section par la ligne des axes des deux roues d'échappement.

La fig. 36, le plan de ces deux roues d'échappement, faisant voir un échappement à vibrations libres, et portion d'un échappement à ancre.

La fig. 37 est le plan de deux roues d'echappement avec portion d'un échappement de Dupleix.

La fig. 38, le plan d'une portion d'une roue d'échappement à vibrations libres avec ressort d'engagement et la palette d'arrêt de M. Airy.

Dans toutes ces figures, les mêmes lettres indiquent les mêmes objets.

a est le pignon de la roue d'échappement du rouage, qui dans la fig. 34 est représenté comme un pignon solide tournant dans un coq, mais qui dans la fig. 35 est un pignon évidé tournant librement sur un arbre fixe ou un pivot.

b (fig. 34), le pivot fixe sur lequel tourne le pignon *a*; *c* (fig. 34 et 35), la roue d'échappement du rouage établie, sur l'extrémité supérieure du pivot du pignon *a*; *d* (fig. 35), une noix solidement montée sur le sommet du pivot *b*, et au centre de laquelle est fixé un trou avec pierre pour recevoir la pointe du pivot inférieur de la roue d'échappement d'impulsion, l'autre pivot roulant comme d'ordinaire dans la platine; *e*, roue d'échappement d'impulsion; *f*, ressort spiral remontoire qui lie la roue d'échappement du rouage à celle d'impulsion, afin de communiquer une impulsion invariable au balancier; *g* le ressort à palettes qui remplace celui à mentonnet ordinaire qui portant une palette qui passe à travers ce ressort et reçoit la dent de la roue d'échappement du rouage *c* à chaque vibration du balancier; *h*, palettes faisant saillie de chaque côte du ressort, de manière à agir simultanément sur les deux roues d'échappement.

Il est bon de faire remarquer ici que le mode de dégagement de l'échappement par le balancier, est le même que dans l'échappement à vibrations libres ordinaire, à l'exception qu'au lieu d'une seule roue d'echappement, il y en a deux qui sont dégagées simultanément à chaque vibration, savoir: les roues *c* et *e*.

k (fig. 38), palette d'arrêt établie sur le ressort à palette pour empêcher qu'il ne passe plus d'une dent à la fois de la roue *c* à chaque dégagement; *l*, chevilles implantées sur le plan de la roue d'échappement du rouage *e* comme dans l'échappement de Dupleix. Ces chevilles sont placées aussi près qu'il est possible de la circonference extérieure de la roue, et laissent seulement l'espace nécessaire pour que la palette *k* puisse échapper entre elles et les dents de la roue d'échappement. Ce mode a été inventé par M. Airy, qui me l'a communiqué; *m*, portion de l'échappement à ancre ordinaire pour engager et dégager la roue d'échappement du rouage *e*.

En résumé, on voit que le système que je présente se compose de la réunion d'une roue d'échappement du rouage avec une roue d'échappement d'impul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion, d'après le principe de M. Airy, de la combinaison de l'échappement à vibrations libres avec l'échappement de Dupleix, ou l'échappement à ancre ; d'un système de palettes placées sur ressort qui s'opposent à ce qu'il passe plus d'une dent de la roue d'échappement du rouage à chaque dégagement; d'un moyen pour que le dégagement simultané des deux roues d'échappement se fasse par un seul ressort, et enfin de l'application aux chronomètres et autres garde-temps d'une roue d'échappement d'impulsion, où la pression latérale sur les pivots ne dépasse pas celle du ressort remontoire, ainsi qu'il a été expliqué.

Note sur l'appareil catadioptrique exécuté par M. François jeune, pour le phare écossais de Skerivore.

Les appareils lenticulaires imaginés par Augustin Fresnel comprennent, indépendamment du *tambour dioptrique* ou *mobile*, une partie accessoire destinée à recueillir et diriger vers l'horizon les rayons lumineux qui, émanés du foyer central, passent au-dessus et au-dessous des lentilles.

Cette partie accessoire a été, dans la plupart des cas, formée d'un *système fixe de miroirs concaves* étagés en zones horizontales, tant en dessus qu'en dessous du tambour lenticulaire.

Aux deux phares de Cordouan et de Marseille, le tambour dioptrique tournant est surmonté d'un système également mobile composé de huit panneaux lenticulaires disposés en pyramide tronquée et d'autant de miroirs plans pour envoyer à l'horizon les huit faisceaux émergeant perpendiculairement aux faces de la pyramide.

Une troisième combinaison préférable aux autres, sous le double rapport théorique et pratique, a été appliquée par l'inventeur aux petits fanaux lenticulaires de 25 à 30 centimètres de diamètre intérieur. Dans ces appareils, qui, à raison de leur exiguïté, ne comportaient pas l'emploi des miroirs, le système accessoire *catoptrique* a été remplacé par un système *catadioptrique* d'anneaux à section très-angulaires produisant la réflexion totale.

Le premier appareil de cette espèce fut exécuté peu de temps avant la mort de Fresnel, par M. Tabouret, conducteur des ponts et chaussées, attaché au service spécial des phares.

L'application de ce système aux appareils de plus grande dimension, devant à cette époque paraître presque inexécutable, à peine pouvait-on en effet obtenir la taille des anneaux dioptriques de 75 à 80 centimètres de diamètre pour les grandes lentilles plan convexe Quant aux tambours dioptriques fixes d'un diamètre excédant $0^m,30$, on les composait d'éléments cylindriques dont l'assemblage présentait, au lieu d'un système annulaire, un système polygonal.

A 16 côtés pour les appareils de $0^m,30$ de diamètre (3e ordre, petit modèle).

A 20 côtés pour les appareils de 1 mètre de diamètre (3e ordre, grand modèle).

A 24 côtés pour les appareils de $1^m,40$ de diamètre (2e ordre).

Et à 32 côtés pour les appareils de $1^m,84$ de diamètre (1er ordre).

On pourrait sans doute exécuter un système polygonal catadioptrique par les procédés employés pour le système polygonal dioptrique, mais l'ajustement de cette multitude de prismes à réflexion dont la position ne pouvait être exactement réglée que sur place, eût présenté une complication inadmissible.

Il fallait, pour la solution pratique du problème, que le moulage et la taille des grandes pièces de verre fissent de nouveaux progrès.

Un fabricant de glaces de Newcastle, M. Cookson, placé à cet égard dans une situation singulièrement favorable à raison des moyens de tous genres que lui offrait son vaste établissement, tenta le premier, en 1836, d'exécuter au tour les tambours dioptriques de premier ordre, qui jusque-là avaient été formés en prismes à 32 pans. Les résultats de ses premiers essais, sans être pleinement satisfaisants, stimulèrent le zèle de deux artistes français qui se livraient à la fabrication des appareils lenticulaires, et bientôt nous obtînmes des tambours dioptriques de plus de 2 mètres de diamètre, exécutés au tour avec une précision qui augmentait l'effet utile de cette partie principale des appareils de un quart environ.

Dès lors, il fut permis de reprendre avec quelques chances de succès le projet d'exécuter sur une grande échelle les appareils catadioptriques. Toutefois, la considération des dépenses d'outillage et du prix de revient était véritablement décourageante surtout avec une perspective aussi étroite quant au placement de produits aussi chers.

Cependant, l'habile ingénieur écossais chargé de la construction du phare de Skerivore, M. Allan Stevenson, s'attacha avec ardeur et constance à l'idée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de couronner ce monument, qui devait coûter deux millions, par le plus bel appareil d'éclairage dont l'exécution fût possible dans l'état de la science et de l'art.

Ce programme fut accueilli par la commission des phares d'Écosse, et il fut décidé que l'écueil de Skerivore serait signalé par un appareil catadioptrique de premier ordre dont toute la partie optique serait executée à Paris.

Une correspondance suivie s'engagea à ce sujet entre M. Stevenson et l'ingénieur secrétaire des phares de France.

Celui-ci calcula d'abord et fit exécuter comme premier essai deux appareils catadioptriques de 1 mètre de diamètre (3e ordre), dont l'un, sorti des ateliers de M. Henri Lepaule, éclaire depuis quelques mois l'entrée du port de Gravelines, et dont l'autre, construit par M. François jeune, est destiné au phare qui s'élève à l'embouchure de l'Abervrach, sur la côte N.-O. du Finistere.

Malgré le succès complet de cette première expérience, l'exécution des anneaux réfléchissants de premier ordre se présentait toujours comme une entreprise grave et périlleuse. Aussi M. le secrétaire de la commission des phares, en remettant à M. François jeune le tableau des centres et rayons de courbure des 19 anneaux de verre qui devaient composer la partie catadioptrique d'un phare de premier ordre, crut-il devoir insister auprès de cet artiste pour qu'il pesât mûrement les conséquences de l'engagement qu'il allait prendre envers l'administration des phares d'Écosse.

M. François n'hésita pas un instant : il entreprit résolument un travail qui lui offrait de grandes difficultés à vaincre dans un but de haute utilité publique.

On peut se faire une idée de ces difficultés à la seule inspection du tableau des rayons de courbure des surfaces réfléchissantes des anneaux catadioptriques, rayons qui varient de $6^{m},816$ à $8^{m},749$.

L'anneau n° 1, auquel répond le rayon maximum, a 2 mètres de diamètre extérieur. Les deux côtés adjacents à l'angle obtus (de 117° 26′ 42″) ont respectivement $92^{mil},381$ et $95^{mil},219$ de longueur.

Les deux faces réfractantes ont été supposées rectilignes, mais, eu égard à la difficulté d'exécuter avec précision des surfaces coniques, on a (suivant l'ingénieuse idée de l'inventeur) substitué aux deux génératrices rectilignes, deux arcs de cercle d'égal rayon (4 mètres), en observant de les tourner en sens inverse, afin que la convergence résultant de la convexité d'une face fût compensée par la divergence résultant de la concavité de l'autre face.

Chaque anneau a été composé de 4 arcs égaux.

Ces pièces ont d'abord été coulées sous forme brute, à la manufacture de Saint-Gobain, dans des moules fournis par M. François.

Cette première opération a présenté des difficultés qui auraient pu décourager une volonté moins ferme et un esprit moins fertile en ressources.

Chaque anneau brut a été ensuite rodé au grès, doucí à l'émeri, et poli au rouge d'Angleterre, sur un tour mû par une machine à vapeur.

On conçoit quelles précautions requérait la bonne exécution d'une surface annulaire réfléchissante à tailler au moyen d'un frottoir emmanché d'une tige oscillante de $8^{m},75$ de longueur, et combien devaient être soigneusement étudiés les moyens d'assurer la rigidité de cette tige, ainsi que l'exactitude de position et la fixité du centre de rotation.

Non-seulement ce difficile problème a été résolu avec un plein succès, mais il l'a été sans tâtonnement, sans fausse manœuvre, et sans qu'on ait eu à regretter la perte d'un seul anneau cassé sur le tour.

Après avoir été vérifiés par la réflexion d'une petite balle rouge placée à leur foyer, les anneaux ont été assemblés en panneaux.

Pour satisfaire aux dispositions arrêtées par M. A. Stevenson, M. François a divisé sa coupole catadioptrique en 8 fuseaux embrassant chacun 45°.

L'un de ces fuseaux a été mis deux fois en expérience à l'Observatoire.

Illumine par une lampe de premier ordre à 4 mèches concentriques, brûlant de 670 à 700 grammes d'huile par heure, ce panneau catadioptrique présentait une barre brillante qui, d'après les moyennes de six observations d'équiombre, équivalait à 140 becs de lampe Carcel, brûlant 42 grammes d'huile par heure.

La coupole catadioptrique que remplace le nouveau système se compose ordinairement de sept zones horizontales, comprenant chacune 32 miroirs concaves. Son éclat paraît plus ou moins grand, selon que l'on se place dans la direction de l'axe ou des intervalles des miroirs, mais l'éclat moyen répondant à l'*effet utile* a été trouvé de 87 becs de Carcel.

Ainsi donc l'effet utile de la nouvelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couronne est, à celui de l'ancienne, comme 1,61 est à 1.

Il est à présumer que le même rapport existera ou à peu près pour la partie inférieure au tambour lenticulaire, et comme on a trouvé 46 becs pour l'éclat moyen des 4 zones inférieures de miroirs, on peut compter sur 74 becs pour l'éclat des 6 anneaux catadioptriques correspondants.

L'éclat d'un tambour lenticulaire fixe de premier ordre, à éléments annulaires, étant d'ailleurs équivalent à 360 becs, on peut résumer, par le petit tableau suivant, le rapprochement dont il s'agit.

Éclats mesurés en becs Carcel.

	Premier système.	Nouveau système.
1° Tambour dioptrique fixe.	360 becs.	360 becs.
2° Partie accessoire . { zones inférieures.	87	140
2° Partie accessoire . { coupole.	46	73
Totaux.	493	574

En définitive, la substitution des anneaux prismatiques aux miroirs d'un phare fixe de premier ordre, augmenterait l'éclat moyen de 81 becs, c'est-à-dire de plus de l'équivalent d'un phare de troisième ordre.

A cet accroissement d'effet de 16 1/2 *pour* 100 sur l'éclat total, se joignent deux avantages capitaux, celui de l'égale distribution de lumière et celui de l'inaltérabilité du pouvoir réfléchissant des anneaux catadioptriques.

Bien que la question fiscale ne soit ici que secondaire, il n'est peut-être pas inutile d'en dire un mot en terminant.

	fr.
Le système des 11 zones de miroirs courbes d'un phare de premier ordre coûte, avec les pièces accessoires.	6,000
Le système catadioptrique correspondant a été soumissionné au prix de. .	20,000
Augmentation.	14,000
Si donc on prend pour exemple un phare de premier ordre coûtant annuellement en frais d'éclairage et de service ordidinaire.	7,500
et qu'à cette forme on ajoute pour l'intérêt de la valeur de l'appareil d'éclairage.	1,500
	9,000

On trouvera que le boni ci-dessus calculé (de 16 1/2 pour 100) équivaudrait à 1485 francs, somme supérieure à l'intérêt de 14,000 francs d'excédant ou prix d'acquisition.

Ainsi donc, à ne considérer le nouveau système que sous le point de vue financier, on voit que l'augmentation d'effet utile qu'il offrirait ne serait pas acquise à un trop haut prix.

Note sur des canons de fusil fabriqués par M. Léopold Bernard, et sur les épreuves auxquelles ils ont été soumis.

Par M. Séguier.

Il y a quelques mois, nous avons parlé (voir *le Technologiste*, 5e année, page 77) des succès obtenus par MM. Renette et Gastine dans la fabrication des canons destinés, soit aux armes de chasse, soit aux armes de guerre ; la publicité donnée aux perfectionnements apportés à la fabrication des canons par ces habiles canonniers, a provoqué l'émulation de leurs rivaux : plusieurs se sont mis à l'œuvre et ont marché dans la voie du progrès. Nous voulons aujourd'hui faire connaître très-succinctement les heureux résultats atteints par M. Léopold Bernard : des canons simples, longs de 72 centimètres, du poids de 870 grammes, successivement essayés aux charges de 11, 22, 33, 44, 50 grammes de poudre, avec 62, 124, 186, 248, 281 grammes de plomb, c'est-à-dire chargés à double, quadruple, sextuple, octuple et dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuple charge, ont supporté ces violentes épreuves sans se rompre, n'éprouvant qu'un léger gonflement d'environ un 1/2 millimètre.

Nous nous plaisons à distinguer, au milieu de toutes les épreuves qu'ont subies, en présence de nombreux témoins, les canons forgés par M. Bernard, celle d'un canon simple à huit pans au tonnerre, du poids de 900 grammes, pour une longueur de 72 centimètres, et un calibre de 17 millimètres, dit calibre 18. Ce canon, chargé successivement de 39, 44, 50 grammes de poudre et de 218, 250, 281 grammes de plomb, a subi, sans crever, la rude épreuve de 55 grammes de poudre et de 300 grammes de plomb.

On sera complétement rassuré sur les futurs accidents provenant de l'emploi des armes de chasse, lorsque l'on saura que des canons doubles de M. Bernard, du poids de 1 kil. 750, n'ont cédé que sous des charges de 55 et 44 grammes de poudre, de 186 et 248 grammes de plomb, c'est-à-dire sous des charges octuples et décuples, et que, dans leur rupture, il n'y a eu que simple déchirure de la paroi, sans projection d'aucune parcelle.

De tels résultats nous ont paru dignes d'être signalés; ils sont dus à une fabrication spéciale, qui consiste à rouler en hélices deux rubans métalliques, l'un sur l'autre et en sens contraire, et à travailler les canons sur le tour et non plus à la lime, ce qui assure l'égalité d'épaisseur des parois.

La lutte provoquée par notre première communication a déjà été trop fructueuse pour que, par cette publicité nouvelle, nous n'encouragions pas de nouveaux efforts.

Procédés d'impression de la musique en caractères mobiles.

Par M. Duverger (1).

Ainsi que l'indique suffisamment le nom de cette invention, le procédé qu'on va décrire est une combinaison de diverses opérations typographiques, savoir la gravure du poinçon et frappe de la matrice, fonte du type solide sous forme de parallélipipède, et composition des caractères mobiles. C'est à ce moment qu'intervient la stereotypie, qui comprend le moulage de la matrice en plâtre; la fonte de la page en métal; ici la typographie proprement dite reprend son cours; on impose le cliché et le tirage s'effectue.

Ce qui seul doit être indiqué dans ce mémoire, ce sont les particularités de la stéréomélotypie qui interviennent au milieu des opérations ordinaires.

Il est peut être utile de faire connaître les défauts des procédés d'impression en relief de la musique qui jusqu'à ce jour ont été employés. La difficulté portant sur un seul fait bien isolé, on sentira peut-être mieux quelle est la partie essentielle du nouveau procédé.

Deux moyens d'imprimer la musique en caractères mobiles ont été employés jusqu'à ce jour : l'un, amélioré pour la première fois par Breitkopf, de Leipsick, en 1754, puis à Paris, par Fournier, en 1762, et par Godefroy, à Paris, vers 1811, consiste dans la fonte de tous les caractères de la musique, avec les barres transversales qui forment les longues lignes ou portées. L'inconvénient de ce procédé est que, quelle que soit la perfection d'abord de la gravure ensuite de la fonte, enfin de la composition, quelque parfaite même que soit la première épreuve obtenue avec le caractère, il est de toute impossibilité que l'on n'aperçoive pas la multiplicité des interruptions des lignes, surtout après un court usage des types; ce qui produit le plus mauvais effet, outre que la composition est extrêmement compliquée et plus longue qu'avec la gravure. Les caractères de Godefroy étaient bien supérieurs aux autres; cependant le défaut capital existant toujours, cette imprimerie n'a pu prospérer, et tout le matériel existe sans emploi.

Pour parer à l'inconvénient de ce procédé, vers l'an 1766, un fondeur de Paris renouvela l'ancienne et primitive méthode de graver des poinçons de notes qui ne porteraient pas les barres transversales, de composer avec les caractères mobiles sans barres une page que l'on tirerait ainsi, et de faire un second tirage sur la même feuille, afin de placer les lignes si difficiles à obtenir d'une manière agréable au coup d'œil : c'était un défaut surmonté pour tomber dans un autre, un second tirage augmentant d'abord les frais, et ensuite étant fort difficile à effectuer à cause des

(1) Les procédés d'impression de la musique en caractères mobiles, qu'on doit à M. Duverger, et qui ont reçu de si nombreuses applications depuis quelques années, n'ayant jamais été complétement décrits, nous profitons de l'expiration du brevet pris à ce sujet par l'inventeur en 1828, avec brevet d'addition en 1838, pour rendre publics les moyens employés dans cette industrie très-digne d'intérêt.

F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lignes qui doivent tomber avec une précision minutieuse, soit juste au milieu de chaque note, soit au-dessus et au-dessous de ces notes, en formant une tangente avec les rondeurs.

Ainsi la difficulté porte sur ce point : trouver un moyen d'imprimer la musique sans que l'on voie aucune interruption ni coupure sur les lignes, et d'un seul coup de presse.

Voici la manière dont le problème est résolu.

Les caractères sont gravés sur les barres transversales ; ils sont frappés, fondus de même, et, en cet état, composés, et l'on obtient une composition sans barres transversales ; alors cette composition est moulée par les procédés stéréotypes, et c'est dans la matrice en plâtre qu'au moyen d'un rabot dit mécanique dans la fonderie, glissant sur un chariot et portant sur son fer, ou sa touche, cinq barres transversales, on donne à la musique les lignes ou portées ; ensuite cette matrice est fondue, et le tirage s'effectue sur la planche solide. Il faut remarquer ici que l'éditeur de musique jouit, comme dans l'état actuel du commerce de la musique, d'une planche solide sur laquelle il pourra faire tirer au fur et à mesure de la vente, sans se charger de papier imprimé, avantage que ne peut avoir le tirage sur les caractères mobiles, car il doit être définitif, ceux-ci étant sur-le-champ distribués.

Un avantage du tirage par la presse en relief sur celui fait par la presse en taille-douce, qu'il ne faut pas oublier de noter, c'est que l'on peut, dans le premier, employer toute espèce de papier, tandis que le second requiert presque exclusivement l'usage d'un papier épais plus cher et cependant sans colle, et qui n'a pas de consistance. Cependant les livres de musique que l'on feuillette avec tant de rapidité, et sur lesquels les études sont si longues, n'ont-ils pas besoin, plus que les autres livres, d'un papier fort et solide ?

C'est ainsi que l'on procède, que l'on arrive par l'introduction d'un seul fait dans l'économie des travaux de l'imprimerie, à réunir tous les avantages de l'impression par la gravure en creux, c'est-à-dire la continuité des lignes et de l'impression par les caractères mobiles, savoir : 1° la régularité des formes, des figures, des distances, que la main incertaine du graveur ne peut donner à la page, et que les parallélipipèdes réguliers apportent avec eux ; 2° la facilité des corrections, et enfin, 3° la rapidité du tirage.

Il n'y a pas lieu de donner ici aucun dessin de machine, mais, en entrant dans le détail de toutes les opérations successives, on en fera connaître les particularités en même temps que toutes les améliorations apportées désormais à la multiplication de la musique par la presse.

1° *Gravure et frappe.* On s'appliquera, dans la gravure, à donner à la note toute l'élégance possible ; elle sera ovale au lieu d'être ronde, et établie sur un carré parfait, la queue ayant trois fois la longueur de la note. Ces avantages ne peuvent être obtenus qu'imparfaitement par la gravure, à cause de l'irrégularité des coups de burin ou d'échoppe ; et afin d'augmenter l'économie et d'avoir une plus grande parité dans toutes les notes, un poinçon est successivement dépouillé d'une partie de ses accessoires, et sert ainsi à frapper plusieurs matrices et à donner plusieurs types ou cinq matrices avec un seul morceau d'acier.

2° *Fonte.* Chaque note est fondue sur une épaisseur régulière, de manière à ce qu'une note étant substituée à une autre par le fait de la correction, cela ne produise aucun dérangement dans la ligne, avantage que la gravure est loin d'avoir, puisqu'elle peut à peine effectuer les plus simples corrections en rebattant la planche à l'endroit fautif, et que la composition des lettres mobiles ne possède qu'imparfaitement, puisque la substitution d'un *s* à un *n* produit un remaniement.

Par ce moyen, on obtiendra la plus parfaite perpendicularité d'une note sur une autre dans deux portées, et même dans toutes les portées d'une partition.

Les blancs ou espaces à intercaler entre les notes pour les séparer, sont fondus sur des épaisseurs en rapport direct avec celle des notes, de manière à ce que les intervalles entre chaque note soient prévus et d'une régularité parfaite.

3° *Composition.* On compose dans un composteur qui porte sur les côtés de petites lignes, pour indiquer la hauteur de chaque ligne transversale, et en tenir lieu pour le placement exact des notes à leurs places. Selon les facilités ou les accidents de la composition, on emploie des notes ne portant que leur hauteur, ou celles qui sont fondues en plusieurs pièces rajustées, ayant eu soin, à la gravure et à la fonte, que ces interruptions dans les lignes perpendiculaires ne tombassent qu'aux endroits où elles seront effectivement coupées par les lignes horizontales, et où le ra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bot, en fonctionnant, couvrira fortement l'intervalle vicieux, s'il venait à en exister quelqu'un.

Ici se trouve cet avantage notable, savoir que l'on peut exécuter d'un seul coup de rabot une opération intellectuelle du musicien, c'est-à-dire la transposition d'un ton dans un autre. En effet, en donnant le coup de rabot, soit plus haut, soit plus bas, en déplaçant la portée dans son rapport avec la note, selon l'exigence du ton, les clefs et accidents seuls ayant été changés, ce qui est facile et d'une exécution rapide, à cause de l'égalité entière des corps solides qui forment la composition, tout le reste étant absolument semblable dans un ton comme dans un autre, on obtiendra spontanément un morceau dans un autre ton que celui où il aura été primitivement composé. Ainsi un ouvrier effectuera matériellement sur les indications données ce que beaucoup de musiciens d'orchestre ne peuvent faire ou ne font qu'avec peine.

On peut aussi, avec la même composition musicale d'un morceau, produire ce morceau avec les paroles musicales de diverses langues musicales, en changeant seulement sous les portées, dans la composition mobile, les paroles d'une langue pour mettre celles d'une autre langue, et en faisant alors un nouveau cliché.

Il est également facile de séparer toutes les parties d'une partition composée, et, en faisant subir quelques modifications seulement aux distances, de réunir dans une seule page ou dans plusieurs à la suite, une partie disséminée dans toute la partition. De même avec les parties composées séparément, on peut construire la partition, propriété évidente des caractères mobiles.

Ainsi, avec une seule composition, on peut obtenir, en peu de temps et à peu de frais, un morceau musical imprimé dans tous les tons, avec les paroles dans toutes les langues et dans toutes ses parties réunies et séparées.

4° *Matrice, exécution des portées au moyen du rabot.* La touche ou fer du rabot ne peut pas descendre dans la matrice plus bas que l'œil de la note, au moyen d'une arête placée à son extrémité supérieure, qui vient buter contre les parties supérieures de ce rabot. Il y a plus, l'ajustement se fait de manière que le fer ne puisse pas descendre à la profondeur de l'œil de la matrice; par cette combinaison, on obtient au coulage une page dans laquelle les lignes des portées sont un peu plus basses que les notes viennent plus fortes, plus noires que les lignes portées, avantage que ne peut avoir la gravure, et qui fait qu'on lui préfère souvent la copie de musique à la main, malgré son irrégularité.

5° *Composition des croches, doubles et triples-croches, etc., liées.* Au lieu de se servir de notes fondues portant les barres de liaison, ou de barres qui viendraient se joindre à l'extremité des queues des notes, on echancre les queues de ces notes au moyen du rabot mécanique ou tout autre instrument, de la manière indiquée. Les notes ainsi échancrées étant composées les unes à côté des autres, on fait glisser dans les échancrures des bandes d'étain ou de tout autre métal tirées à la filière, aplaties d'un côté, pour qu'elles puissent se maintenir.

6° *Coulées.* Les coulées sont faites avec du cuivre très-mince, découpé au moyen d'un emporte-pièce ordinaire. On coupe une branche avec des ciseaux, selon la longueur de la coulée, et on la courbe plus ou moins, selon l'exigence des cas; l'autre branche est prise dans la composition, et sert à maintenir la coulée à sa position.

7° *Ligne des portées.* Dans le mémoire ci-dessus, les lignes des portées sont indiquées comme faites au moyen d'un rabot; mais elles peuvent également être faites avec une molette tournant sur un axe, et mise en mouvement par un archet ou bande d'engrenage. L'invention ne consistant pas dans l'emploi particulier de tel ou tel outil, mais seulement dans le tracé des lignes des portées dans une matrice en plâtre, qui contient déjà l'empreinte en creux des notes, peu importe le moyen par lequel on l'obtient.

Note relative au calcul des pressions dans le cylindre des machines à vapeur;

Par M. Poncelet, de l'Institut.

L'objet principal de cette Note est d'exposer les équations différentielles qui peuvent servir à calculer, dans les machines à vapeur, les pertes de travail et de pression résultant du rétrécissement des conduits et orifices d'admission ou d'évacuation du fluide; équations auxquelles j'etais parvenu dès 1828, et qui ont été mentionnées par M. Morin, dans un Mémoire sur la machine à vapeur de Douai, insére en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1830, au *Mémorial de l'Artillerie*, IIIe numéro, p. 501 et suiv.

Nommons P la pression par unité de surface, Π le poids de l'unité de volume de la vapeur dans la chaudière, quantités qui peuvent être supposées sensiblement constantes pendant la durée entière de l'écoulement ou de l'admission du fluide dans le cylindre de la machine. Soient, en outre, au bout du temps t de l'introduction de la vapeur, p la pression dans ce cylindre, x la longueur de la course du piston moteur à partir de sa position initiale pour laquelle $x = 0$, A et Ω les aires constantes de la section transversale du cylindre et du tuyau d'amenée de la vapeur, V la vitesse de cette vapeur à son arrivée dans le cylindre et au sortir de l'orifice d'admission, dont l'aire ω, variable ou constante, est déterminée par le mouvement de l'excentrique de la machine.

Pour arriver aux équations qui lient entre elles les pressions P et p, nous considérerons le fluide comme sensiblement incompressible ou à la densité constante Π de la chaudière, pendant son trajet au travers des conduits, et son mouvement comme sensiblement permanent pendant la durée de chacun des éléments dt du temps; on y est suffisamment autorisé d'après les nombreux exemples où de pareilles hypothèses, appliquées à l'écoulement variable des liquides et des gaz, ont conduit à des résultats conformes à ceux de l'expérience, dans tous les cas où les conditions du mouvement ne changeaient pas d'une manière trop brusque, et où les vases contenant le fluide avaient des dimensions très-grandes relativement à celles des orifices et tuyaux par lesquels il s'écoulait.

En admettant donc ces suppositions, le principe des forces vives conduit immédiatement à cette première équation, qui exprime, à un instant donné, la loi du mouvement au travers des conduits d'amenée, lorsqu'on néglige l'influence peu sensible de la vitesse possédée par les molécules fluides dans l'intérieur dans l'intérieur de la chaudière et du cylindre.

$$V^2 + K\frac{\omega^2}{\Omega^2}V^2 = 2g\left(\frac{P}{\Pi} - \frac{p}{\Pi}\right), \text{ ou } V = \sqrt{\frac{2g(P-p)}{\Pi\left(1+K\frac{\omega^2}{\Omega^2}\right)}} \quad (1);$$

g représentant, à l'ordinaire, la vitesse d'accélération de la gravité, et K un facteur purement numérique, fonction, 1° des coefficients de contraction relatifs aux divers orifices ou passages; 2° des rapports mutuels des aires ou sections transversales de ces passages; 3° enfin du coefficient relatif au frottement de la vapeur dans les tuyaux et conduits divers, ainsi que des dimensions de ces conduits. Ce facteur K, qui se rapporte aux pertes diverses de force vive, se calcule d'ailleurs approximativement, pour chaque nature d'appareil, d'après des règles fixes, fondées sur les données de l'expérience, et vérifiées, pour les liquides, dans de nombreuses circonstances.

L'expression ci-dessus mettrait, comme on voit, en état de calculer, à un instant donné, la vitesse V, au

(1) Lorsque je posai cette équation et les suivantes dans mes Leçons de 1828, le *Mémoire* de M. Navier, *sur l'écoulement des fluides élastiques*, n'avait point encore paru, et j'admettais, sans difficulté, l'hypothèse qui suppose la densité du fluide sensiblement constante pendant la courte durée de son trajet au travers des orifices et conduits. Cette manière d'envisager la question était justifiée, dès lors, par le résultat des expériences de M. Lagerhjelm, en Suède, et de M. d'Aubuisson, en France, du moins pour de faibles différences entre les pressions extrêmes; mais j'ai pu également en faire de nombreuses vérifications en l'appliquant à l'établissement de formules relatives au jeu des machines soufflantes des usines à fer, machines dans lesquelles la pression surpasse quelquefois de 1/5 la pression extérieure, et dont les élèves de l'École d'Application de Metz ont à faire annuellement le levé et les calculs, pour en confronter les résultats avec ceux de l'expérience, c'est-à-dire avec les données manométriques recueillies, sur place, aux divers points des conduits.

Les formules de M. Navier, fondées sur l'hypothèse inverse, que le fluide se détend complétement, d'après la loi de Mariotte, avant son arrivée dans l'espace extérieur, ce qui annule le travail des pressions extrêmes pour le remplacer par celui qui est dû à la simple détente, ces formules, comme on le sait aujourd'hui, et celles par lesquelles subséquemment on a cherché à tenir compte de l'influence des changements de densité et de température jusqu'ici encore inobservés, ne paraissent guère mieux s'adapter aux phénomènes que les anciennes formules qui, tout en présentant moins d'incertitude et de paradoxes, sont plus appropriées aux applications pratiques, où il conviendra toujours de négliger la considération des quantités ou éléments qui n'exercent qu'une très-faible influence sur les résultats : le moindre inconvénient des méthodes où l'on prétend introduire de tels éléments dans les questions qui réclament une solution purement approximative et usuelle, c'est de compliquer inutilement les équations, si même elles ne les rendent tout à fait insignifiantes et inapplicables sous leur forme purement implicite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen de la différence de pression $P - p$, si p était connu en fonction du temps ; et par suite, on obtiendrait la valeur Q, du volume de vapeur, à la densité π ou à la pression P dans la chaudière, qui s'écoule, pendant la durée du temps quelconque t, au moyen de l'intégrale définie

$$Q = \int_0^t \mu \omega V \, dt = \mu \int_0^t \sqrt{\frac{2g(P-p)}{\pi\left(1 + K\frac{\omega^2}{\Omega^2}\right)}}\, \omega \, dt,$$

dans laquelle μ représente le coefficient de contraction relatif à l'orifice d'admission extérieur ; ω et p pouvant être à la fois fonctions du temps ou de la vitesse variable du piston.

Or, le volume de vapeur Q, est censé à la pression P de la chaudière, et, par hypothèse, il ne se dilate, dans la capacité variable comprise entre les bases du cylindre et du piston, qu'en perdant par les tourbillonnements, l'excès de sa vitesse d'affluence V, sur celle du piston, qu'on doit ici négliger vis-à-vis de la précédente. De plus, le rayonnement du piston et de la *chemise* du cylindre, etc., suffisant, ici encore, pour entretenir la vapeur à une température à peu près constante et égale à celle qui a eu lieu dans la chaudière, à cause de l'extrême lenteur de la marche du piston au commencement de sa course ou pendant la durée de l'admission, on doit admettre, comme une hypothèse suffisamment justifiée par l'expérience, que, d'après la loi de Mariotte, on a constamment, sauf peut-être à l'origine du mouvement, l'égalité

$$A(x + e)p = QP ;$$

A représentant l'aire de la section transversale du cylindre, et e la portion de la hauteur de ce dernier qui répond à ce qu'on nomme l'*espace nuisible*, au jeu indispensable conservé entre le fond du cylindre et le piston à la fin et au commencement de la course de celui-ci, ainsi qu'aux vides des conduits compris entre ce fond et la boîte à vapeur.

En différentiant cette équation de condition par rapport au temps et y substituant la valeur ci-dessus de Q ou de dQ, elle devient

$$A(x + e)\,dp + Ap\,dx = P\,dQ = P\mu \sqrt{\frac{g(P-p)}{\pi\left(1 + K\frac{\omega^2}{\Omega^2}\right)}}\, \omega \, dt.$$

D'après la disposition ordinaire du mécanisme de l'excentrique qui donne le mouvement aux valves ou tiroirs servant à régler l'ouverture de l'orifice ω, on peut partager la durée entière de l'admission de la vapeur en trois époques distinctes, dont celle du milieu, la plus longue à beaucoup près, répond aux instants où cet orifice reste complétement ouvert et ω constant, tandis que, pour les extrêmes relatives aux instants mêmes où l'ouverture et la fermeture s'opèrent, la valeur de ω varie suivant une loi déterminée par le jeu de l'excentrique, et qu'il est facile, dans chaque cas, d'exprimer en fonction de la variable x, qui fixe la position du piston au-dessus de sa position initiale.

L'ouverture et la fermeture dont il s'agit s'opérant, en général, dans un temps très-court et à des époques où le mouvement du piston est comparativement très-lent, on peut, dans beaucoup de cas, négliger la considération de la variabilité de ω, et supposer sa valeur sensiblement égale à celle qu'il conserve pendant la plus grande partie de la durée de l'écoulement de la vapeur, supposition d'autant plus permise, pour la période relative à l'ouverture des orifices, que souvent, aujourd'hui, les machines offrent une disposition très-avantageuse, nommée l'*avance de tiroir*, et qui a pour but précisément d'éviter une trop grande réduction de pression, un trop grand abaissement de température dans l'espace nuisible qui correspond à l'origine ou à la fin de la course du piston.

D'un autre côté, le mouvement de ce dernier est lié à celui du volant ou de l'arbre moteur par une équation qui, lorsque la bielle est suffisamment longue, prend sensiblement la forme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$$x = r - r\cos\alpha,$$

r étant le rayon de la manivelle et α l'angle qu'elle décrit à partir de l'instant pour lequel x et t sont simultanément nuls. Nommant d'ailleurs V_1, la vitesse angulaire, ou à l'unité de distance, de cette manivelle, vitesse qui peut être constante ou variable suivant les cas, mais qui varie, en effet, extrêmement peu dans la durée d'une seule période ou d'une simple oscillation du piston, on aura

$$dx = rV_1 \sin\alpha\, dt, \quad dt = \frac{dx}{V_1 r \sin\alpha} = \frac{dx}{V_1\sqrt{2rx - x^2}},$$

valeur qui, étant substituée à la place de dt dans l'équation différentielle ci-dessus, lui fera prendre la nouvelle forme, plus explicite,

$$(x+e)\,dp + p\,dx = c\sqrt{\frac{P-p}{2rx-x^2}}\,dx;$$

en posant, pour simplifier, la quantité

$$\frac{P\mu\omega\Omega}{AV_1}\sqrt{\frac{2g}{\Pi(\Omega^2 + K\omega^2)}} = c.$$

Telle est finalement l'équation différentielle d'où l'on devra, dans chaque cas, tirer la valeur de p en fonction de la variable x, qui fixe la position du piston aux divers instants. Cette équation ayant ses variables mêlées, ne pourra s'intégrer généralement sous forme finie, mais il sera toujours possible de la résoudre d'une manière approximative, même dans l'hypothèse où ω et c seraient variables suivant une loi donnée quelconque.

On observera, à cet effet, qu'au point de départ du piston, où t et x sont nuls, la valeur de p est déterminée par la nature du dispositif qui sert à régler l'échappement de la vapeur dans l'oscillation précédente, ainsi qu'on le verra ci-dessous, ou d'après l'avance du tiroir, qui rend la valeur initiale de p sensiblement égale à P. D'ailleurs ces circonstances exercent très-peu d'influence sur les résultats, à cause de la rapidité avec laquelle la quantité p croît aux premiers instants de la course du piston quand sa valeur initiale est supposée nulle ou très-petite; l'équation différentielle ci-dessus donne effectivement

$$\frac{dp}{dx} = \frac{c}{x+e}\sqrt{\frac{P-p}{2rx-x^2}} - \frac{p}{x+e},$$

quantité qui devient infinie pour $x = 0$, et qui conserve des valeurs très-grandes tant que celles de p, toujours inférieures a P, n'en sont pas neanmoins très-voisines.

Cela posé, considérant ces valeurs de p comme les ordonnées verticales d'une courbe dont les valeurs correspondantes de x seraient les abscises horizontales perpendiculaires à l'axe du cylindre, et choisissant une fraction i de la pression P suffisamment petite, on attribuera successivement à p les valeurs croissantes i P, $2i$ P, $3i$ P,..., ni P, censées mesurées sur ce même axe, et dont les intervalles égaux à i P correspondront à des arcs de la courbe, généralement très-petits et partant sensiblement rectilignes. Les tangentes d'inclinaison de ces arcs ou éléments, sur l'axe des ordonnées ou des p, étant mesurées par les valeurs successives de la quantité

$$q = \frac{dx}{dp} = \frac{x+e}{c\sqrt{\frac{P-p}{2rx-x^2}} - p},$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur produit $q\,i\,P$, par $i\,P$, fera connaître l'accroissement de x correspondant aux divers accroissements de la quantité p : ce qui permettra de calculer approximativement et de proche en proche, les valeurs de x simultanées à celles de cette quantité.

Nommons p_0, $p_1 = iP$, $p_2 = 2iP$,..., $p_n = niP$, les valeurs successivement attribuées à p; $x_0 = 0$, $x_1, x_2, \ldots, x_n$ et $q_0, q_1, q_2, \ldots, q_n$, les valeurs correspondantes de x et de q, on aura evidemment

$$x_0 = 0,\ x_1 = x_0 + q_0\ p_0 = q_0\ p_0,\ x_2 = x_1 + q_1\ p_1 = q_0\ p_0 + q_1\ p_1, \ldots,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots x_n = q_0\ p_0 + q_1\ p_1 \ldots + q_n\ p_n\ ;$$

valeurs qui se calculeront, en effet, de proche en proche, à partir de la seconde, puisqu'il ne s'agira que de substituer, dans l'expression générale de q, les valeurs simultanées de p et de x, dont la première est censée donnée *à priori*, tandis que la seconde est déterminée par le résultat de l'opération précédente.

Quand la forme de la courbe se rapprochera beaucoup de la ligne droite dans sa première partie ou pour les premières valeurs de x, il ne sera pas nécessaire de resserrer beaucoup les opérations ou de prendre i très-petit dans cette région. Mais, comme la valeur de p peut être susceptible d'un *maximum*, d'une limite supérieure correspondant à la condition

$$\frac{dp}{dx} = 0 \text{ ou } c\sqrt{\frac{P - p}{2rx - x^2}} - p = 0\ ;\ \text{c.-à-d. } c^2\,(P - p) = (2rx - x^2)\,p^2,$$

il faudra les multiplier beaucoup aux environs de ce *maximum*, et même il sera convenable de renverser le mode d'opérer en substituant l'axe des x à l'axe de p.

Au surplus, on remarquera qu'à partir de ce *maximum*, les valeurs de q devenant negatives, celles de p décroîtront constamment jusqu'à l'époque qui correspond à la fermeture de l'orifice d'admission, dont la durée, généralement très-courte, peut être négligée ou entrer en considération si l'on tient compte de la variabilité de ω dans les formules fondamentales. La loi des tensions p, en fonction de x, étant ainsi trouvée d'une manière approximative, il ne s'agira plus, pour obtenir le volume de vapeur Q, écoulé de la chaudière sous la pression P, que de substituer les valeurs finales de x et de p dans l'équation

$$A\,(x + e)\,p = QP,$$

posée en premier lieu.

Quant au travail développé contre le piston, par cette même vapeur, pendant la durée de son admission dans le cylindre, on l'obtiendra en calculant, par les méthodes de quadrature connues, la valeur de l'intégrale

$$\int A\,p\,dx = A\int p\,dx,$$

prise entre les limites qui correspondent à l'ouverture et à la fermeture complète de la soupape d'admission; $\int p\,dx$ représentant précisément l'aire comprise entre la courbe qui nous a occupé ci-dessus, l'axe des p et l'abscisse ou perpendiculaire donnée par la dernière valeur de x.

Je n'insisterai point davantage sur ces calculs, à la portée de tous les ingénieurs, mais je ferai remarquer que les résultats auquels on arrive par la discussion de l'equation differentielle ci-dessus, sont sensiblement d'accord avec les données de l'expérience fournies par l'*indicateur* de Watt, du moins quant à la marche générale de la fonction p ou de la loi des tensions, relative à la première période de l'admission. Les nombreux relevés de courbes obtenus par cet instrument, et que M. Morin a pu déjà se procurer, lui ont d'ailleurs appris que, pour les machines avec ou sans détente, convenablement proportionnées et réglées, ces courbes conduisent à considérer la pression p,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme sensiblement ou moyennement constante pendant la durée de l'admission ; ce qui lui a permis de simplifier notablement les calculs relatifs à la détermination de cette donnée indispensable, dans quelques circonstances, pour évaluer le travail de la vapeur sur les machines.

Je terminerai cette note par plusieurs remarques essentielles :

1° Les considérations précédentes supposent que l'on néglige entièrement l'influence de la force vive correspondante à la vitesse d'arrivée V, de la vapeur dans le cylindre, et par conséquent de la vapeur qui le presse, relativement à l'accroissement de pression, sur le piston, qui peut lui être due. Cette manière de raisonner est justifiée, d'un côté par la faible vitesse du piston, et par conséquent de la vapeur qui le presse relativement à celle d'affluence V ; d'un autre, par la disposition même des orifices d'admission sur la surface interne des cylindres, disposition en vertu de laquelle la direction du jet est perpendiculaire à cette surface, ou parallèle à la base du piston, de sorte que la vitesse V est détruite par les tourbillonnements, sans contribuer directement à l'effet utile. En supposant même que le jet fût dirigé perpendiculairement à la surface du piston, et qu'il agît, à tous les instants, avec l'intensité due à la vitesse V, il est aisé d'apercevoir, d'après le résultat des expériences ou des théories connues, que l'excédant de pression qui pourrait en résulter, serait négligeable vis-à-vis de la pression entière, à cause de la faible densité de la vapeur et de la petitesse même de la section transversale du jet.

2° La solution qui vient d'être exposée, relativement à l'admission de la vapeur dans le cylindre, peut, par un simple renversement des données, s'appliquer tout aussi bien à la question où il s'agit de déterminer le travail dû à l'excédant de pression que la face opposée du piston, en communication avec le condenseur ou l'air extérieur, éprouve, au par delà de celle qui a lieu dans ce dernier, pour refouler la vapeur introduite dans le cylindre pendant la durée de l'oscillation précédente du piston, pour vaincre l'inertie et produire l'écoulement de cette même vapeur.

Il suffira, en effet, de supposer dans les formules ou équations déjà établies, que P représente la pression variable sur cette face du piston, p celle de l'espace extérieur qui doit être ici censée constante, V la vitesse d'affluence de la vapeur dans ce même espace, sauf qu'à l'équation $A(x+e)p = QP$, posée en premier lieu, on devra substituer cette

autre $$A(x+e)P = Qp ;$$

ce qui exige que l'on change P en p, et réciproquement, dans le premier membre des équations différentielles qui s'en déduisent.

Au surplus, je crois devoir faire remarquer que cette question, très-importante pour l'établissement des machines à vapeur, puisqu'elle a, en partie, motivé l'adoption de l'*avance du tiroir*, a été aussi l'objet des recherches de M. Reech, dans un Mémoire présenté, il y a quelques années déjà, à l'Académie des sciences, mais dont le mode de solution paraît différer entièrement de celui qui vient d'être indiqué.

3° Nous avons admis, dans la solution générale ci-dessus, que la vitesse angulaire V_1, de l'arbre moteur de la machine et la pression P, dans la chaudière, n'éprouvaient que des variations insensibles pendant la durée entière de l'admission de la vapeur sous le piston moteur. La première de ces suppositions est, en elle-même, à l'abri de toute contestation, soit qu'on s'appuie sur les faits bien connus de l'expérience, soit que l'on considère le rôle important joué ici par l'inertie des masses en mouvement, inertie à laquelle d'ailleurs correspond une force qui, tantôt s'ajoute à la résistance ordinaire du piston, et tantôt s'en retranche, de manière à maintenir l'égalité exacte entre la résistance totale ou réduite et la pression motrice de la vapeur.

Quant aux variations éprouvées par la pression P, de la vapeur, dans la chaudière, pendant la durée fort courte de son introduction sous le piston, elle est toujours resserrée entre des limites très-étroites dans les machines où l'on a le soin de donner à la chaudière, remplissant les fonctions de réservoir ou régulateur, une capacité qui soit en rapport avec celle du cylindre et de la dépense de vapeur.

Toutefois, il sera toujours possible d'avoir égard à ces variations ainsi qu'à celles qui pourraient survenir d'une période à l'autre, ou dans une succession plus ou moins étendue d'oscillations du piston moteur, au moyen de nouvelles équations relatives à la variabilité même de la résistance utile ou de la puissance de vaporisation de la chaudière. Mais je laisserai de côté cette recherche étrangère à la partie de la question relative aux machines à vapeur, que je m'étais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seule proposé d'exposer dans cette note.

Note sur l'influence des enveloppes dans les machines à vapeur.

Par M. Combes.

Dans un mémoire que j'ai présenté à l'Académie, le 3 avril 1843, j'insistais sur le fait de la liquéfaction de l'eau dans le cylindre des machines à vapeur pendant l'admission, et de la vaporisation de cette eau, soit pendant la détente, soit ensuite pendant la période de condensation. De ce phénomène résultait, suivant moi, l'utilité d'exposer les cylindres à une source de chaleur extérieure. Je désirais depuis longtemps vérifier, par des expériences précises et comparables entre elles, l'exactitude des aperçus que je viens de rappeler. Une occasion favorable pour cela m'a été offerte dernièrement par l'obligeance extrême de M. Albinet, fabricant de couvertures, rue de la Vieille-Estrapade, n° 2, dont les ateliers ont pour moteur une machine à détente de M. Farcot, munie d'une enveloppe. M. Farcot, l'un de nos plus habiles constructeurs, a adapté depuis quelques années, d'après les conseils de M. Thomas, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, des enveloppes à toutes les machines qui sortent de ses ateliers. La vapeur est admise librement de la chaudière dans l'espace annulaire compris entre l'enveloppe et le cylindre, et passe de là dans la boîte du tiroir de distribution. La machine placée dans la manufacture de M. Albinet est disposée ainsi. J'avais appris que l'enveloppe de cette machine ayant éprouvé une avarie accidentelle, on fut obligé de conduire la vapeur directement à la boîte de distribution, et de marcher ainsi pendant plusieurs jours consécutifs. Le résultat avait été une augmentation de combustible dans le rapport de 6 à 10. Un fait analogue avait été observé sur une machine du même constructeur, placée dans les environs de Sedan.

J'ai voulu constater ces faits par des observations directes plus complètes. Pour cela, j'ai fait marcher pendant quatre jours consécutifs la machine de M. Albinet dans les circonstances où elle est habituellement, c'est-à-dire la vapeur de la chaudière passant par l'enveloppe pour arriver à la boîte de distribution. On a mesuré exactement la quantité d'eau injectée dans la chaudière, qui éte prise par la pompe alimentaire dans une caisse prismatique jaugée d'avance et que l'on remplissait, quand elle était vide, avec une partie de l'eau provenant de la condensation de la vapeur. On a pesé soigneusement la quantité de houille consommée; on a recueilli l'eau condensée dans l'enveloppe, qui s'écoulait au dehors par un tuyau adapté à l'enveloppe et muni d'un robinet que l'on tournait de façon à ne laisser ouvert qu'un très-faible passage. De demi-heure en demi-heure on relevait la courbe des tensions de la vapeur dans le cylindre, au moyen de l'indicateur de Mac-Naught, que j'ai rapporté d'Angleterre en 1835, et que j'ai légèrement modifié pour le rendre d'un usage plus commode et un peu plus exact. On observait en même temps la tension de la vapeur accusée par le manomètre de la chaudière, la tension dans le condenseur accusée aussi par un manomètre, et le nombre de coups de piston par minute. Les ateliers marchaient d'ailleurs comme à l'ordinaire, et nos observations n'ont en rien modifié le travail.

M. Farcot a conduit ensuite la vapeur directement de la chaudière à la boîte de distribution, l'enveloppe ne fonctionnant plus et n'agissant que comme obstacle au contact direct du cylindre avec l'atmosphère ambiante. Le changement de tuyau a été opéré dans la nuit, et la machine a marché ainsi pendant trois jours de suite sans enveloppe. Les quantités d'eau injectées dans la chaudière, la houille brûlée, ont été mesurées, et l'on a recueilli les mêmes observations que dans la première série d'expériences.

Enfin, dans une dernière série d'observations qui ont été continuées aussi pendant trois jours, la vapeur arrivait encore directement de la chaudière à la boîte de distribution; mais l'enveloppe était mise en communication avec la chaudière, et par conséquent le cylindre était entouré de vapeur.

Voici le tableau des résultats observés:

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉRIES.	NUMÉROS des expériences.	Durée des expériences journalières.	CONSOMMATION totale. Houille.	CONSOMMATION totale. Eau.	PRESSIONS MOYENNES. Chaudière.	PRESSIONS MOYENNES. Cylindre (pendant l'admission.)	PRESSIONS MOYENNES. Condenseur.	CONSOMMATION par heure. Houille.	CONSOMMATION par heure. Eau.	Quantité d'eau vaporisée par kilog. de houille.	EAU CONDENSÉE dans l'enveloppe. Total.	EAU CONDENSÉE dans l'enveloppe. Rapport à la dépense totale.
		h. m.	kilog.	kilog.	atmosph.	atmosph.	atmosph.	kilog.	kilog.	kilog.		
Première série. (La vapeur passant par l'enveloppe avant d'arriver au cylindre.)	1	11.00	166.00	965.00	»	»	»	15.09	87.73	5.75	»	»
	2	9.00	139.50	804.00	3.82	2 57	0.26	15.50	89 33	5.75	82	0.100
	3	11.30	186.00	992 00	»	»	»	16.09	86.26	5 33	»	»
	4	11.45	181.00	1043.00	»	»	»	15.40	88.76	5.76	»	»
	Totaux et moyennes.	43.15	672.50	3804.00	»	»	»	15.55	87.95	5.66	82	0.100
Deuxième série. (La machine fonctionnant sans enveloppe.)	1	10.30	279 00	1532.00	»	»	»	26.57	145.90	5.49	»	»
	2	11.30	310.00	1734.00	»	»	»	26.96	150.79	4.59	»	»
	3	11 30	310.00	1773.40	3.50	2.55	0.28	26 96	154.22	5.72	»	»
	Totaux et moyennes.	33.30	899 00	5039.70	»	»	»	26.83	150.44	5.61	»	»
Troisième série. (L'enveloppe remplie séparément et la vapeur arrivant directement au cylindre.)	1	10.30	217.00	1155. 0	3.50	2.73	0.24	20.66	110.00	5.32	121	0 100
	2	11.30	248.00	1334.40	»	»	»	21.56	116.03	5.38	143	0.107
	3	10.30	201.50	1058.40	»	»	»	19 19	100.80	5.25	143	0 135
	Totaux et moyennes.	32.30	666.59	3547.80	»	»	»	20.50	109.16	5.32	417	0.117

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le cylindre de la machine sur laquelle ont été faites ces expériences a un diamètre de $0^{m},39$; la course du piston est de $0^{m},80$.

L'espace libre compris entre l'extrémité supérieure de la course du piston et le tiroir de distribution, est égal à 1/25 du volume engendré par une excursion de piston.

Cette machine est très-peu chargée. Aussi les diagrammes relevés font-ils voir que la vapeur n'est admise que pendant 1/20 environ de la course du piston, et le travail appliqué au piston, tel qu'il résulte des diagrammes, en supposant l'égalité pour les deux courses ascendante et descendante, est seulement de six à sept chevaux vapeur.

Le modérateur règle la vitesse de la machine, en agissant sur la détente.

Il résulte des observations contenues dans le tableau précédent, qu'en supposant que la charge moyenne de la machine ait été la même dans les trois séries d'expériences, ce qui est certainement à peu près exact, les consommations moyennes d'eau, par heure de travail, et par conséquent pour un même effet dynamique, ont été :

Dans la première série, de $87^{kil.},93$, dont les 10/100 au moins ne sont point arrivés dans le cylindre, parce qu'ils ont été condensés dans l'enveloppe, recueillis et mesurés à part, ce qui réduit la quantité d'eau réellement admise dans le cylindre à $79^{kil.},16$.

Dans la deuxième série, de $150^{kil.},44$, qui ont été entièrement admis dans le cylindre.

Dans la troisième série, de $109^{kil.},16$, dont la dixième partie environ n'est point entrée dans le cylindre, puisqu'elle a été condensée dans l'enveloppe et recueillie, ce qui réduit à $98,23$ le poids de l'eau réellement admise.

Les consommations de houille ont été, dans les deux premières séries d'expériences, sensiblement proportionnelles aux quantités d'eau injectées dans la chaudière. Ainsi, 1 kilogramme de houille a évaporé moyennement, dans la première série, $5^{kil.},66$, et dans la seconde, $5^{kil.},61$ d'eau. La dernière série d'expériences fournit des résultats intermédiaires entre ceux des deux premières séries pour les quantités d'eau et de houille consommées : chaque kilogramme de houille n'a évaporé en moyenne que $5^{kil.},32$ d'eau : cela tient vraisemblablement à ce que l'on a changé de chaudière en passant de la deuxième à la troisième série d'expériences.

L'excès de dépense de combustible que M. Farcot avait remarqué dans sa pratique, lorsque l'enveloppe ne fonctionnait pas, est donc un fait positif et qui doit être attribué à l'économie d'eau considérable résultant de ce que, lorsque le cylindre est exposé à une source de chaleur extérieure, la liquéfaction de vapeur qui se produit au moment de l'admission est, ou nulle, ou beaucoup moins considérable que lorsque le cylindre n'est pas réchauffé. Il ne suffirait pas de protéger celui-ci contre le refroidissement dû au rayonnement ou au contact du milieu environnant. L'enveloppe sert à réparer les pertes provenant du refroidissement qui est la suite de la mise en communication avec le condenseur, ou plutôt à prévenir les causes de ce refroidissement. On ne saurait expliquer les différences que nous avons observées sur la machine de M. Albinet par un entraînement d'eau liquide venant de la chaudière; d'une part, on ne voit pas pourquoi il y aurait eu plus ou moins de vapeur entraînée, suivant que l'on faisait ou que l'on ne faisait pas passer la vapeur par l'enveloppe pour la conduire à la boîte du tiroir de distribution ; d'un autre côté, les quantités d'eau vaporisées par kilogramme de houille sont sensiblement les mêmes dans les deux premières séries d'expériences.

Des observations que j'ai faites sur une machine dépourvue d'enveloppe établie au Pecq, pour élever les eaux de la Seine dans le réservoir de la ville de Saint-Germain, viennent, ainsi que celles qui précèdent, à l'appui des idées émises dans mon Mémoire du 3 avril dernier.

Je me réserve de faire plus tard un examen plus approfondi de toutes les circonstances que présentent mes observations sur la machine de M. Albinet, et de répéter des observations analogues sur des machines différentes. Tout en reconnaissant qu'il faudra des essais plus variés pour assigner une évaluation précise de l'économie à laquelle donnent lieu les enveloppes, ceux qui précèdent suffisent pour établir que cette économie est considérable.

Instrument pour mesurer la vitesse du piston dans les machines à vapeur en un point quelconque de sa course.

Par le capitaine Richard Tregaskis.

Voici la description que l'auteur, mort depuis peu, a donnée de son invention

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans une lettre écrite à M. R. W. Fox, et datée du 13 mai 1842.

« Vers la fin de l'an dernier, dit-il, M. Ch. Fox me manifesta, à l'occasion d'un mémoire de M. Loam, ingénieur, sur l'expansion dans un seul cylindre ou des cylindres combinés, le désir qu'il avait que je m'occupasse de ce sujet afin de décider d'une manière pratique et comparative les avantages de l'expansion, soit dans un cylindre unique, soit dans deux cylindres comme Hornblower et Woolf, soit enfin suivant le système du cylindre combiné de M. Sims.

» J'ai commencé mes recherches sur cet objet en décembre dernier, mais je n'ai pas tardé a être arrêté dans ma marche par le besoin d'un instrument propre à mesurer la vitesse du piston dans chaque portion ou fraction de sa course. Car, en comparant les divers systèmes de machines, il est indispensable d'avoir égard à la différence dans la vitesse des pistons dans chaque point de leur course, et cette différence, ou plutôt cette vitesse variable, ne peut être mesurée que par un instrument qui n'a point encore été inventé.

La machine d'Atwood ne pouvait être d'aucune application dans cette question, car l'élément du temps dans cet appareil est la seconde; or, le seul élément du temps qui sert à mesurer le mouvement accéléré des corps graves est la seconde, et nous n'avons aucun moyen de nous assurer mécaniquement de la vitesse entre les fractions de cet élément.

» J'ai inventé une machine qui remplit cet objet et mesure toutes les vitesses, quelque rapides qu'elles puissent être, dans les machines à vapeur avec une extrême exactitude, et qui donne les vitesses variables qui ont lieu dans une portion quelconque de la course, ainsi que le temps écoulé en passant d'une distance à une autre dans le cylindre jusqu'à de très-petites fractions d'une seconde.

» Cette machine (qu'on voit en élévation dans la fig. 30, pl. 54, en plan dans la fig. 31, en coupe verticale dans la fig. 32, avec un plan de la boîte à mesurer le temps dans la fig. 33), consiste essentiellement en une boîte circulaire B, qui a été divisée en 13 cellules d,d, et à laquelle est attachée une chaîne f, qui lorsqu'on la met en communication avec le balancier d'une machine à vapeur, lui fait accomplir une révolution entière et complète à chaque pulsation de la machine. Sur un bâti convenable et immédiatement au-dessus de la boîte à cellules, on a placé deux sabliers ou entonnoirs A,A, percés chacun d'un petit trou vers leur extremité inférieure ou bec. C, est un fleau portant des plateaux de balance, e,e, fig. 52, des bouchons qui ferment des trous au fond des cellules, et enfin h une capsule pour recevoir le contenu des différentes cellules.

» Voici maintenant comment on fait usage de la machine.

» On s'assure d'abord par expérience de la quantité exacte de sable fin qui peut s'écouler du sablier en une seconde, et c'est alors seulement qu'on pose sur son bâti un de ces sabliers chargé et qu'on met la chaîne en communication avec le balancier de la machine à vapeur. A mesure que la boîte tourne sur son centre avec des vitesses qui correspondent aux vitesses variables du piston dans les différents points de sa course, chaque cellule reçoit une quantité de sable proportionnelle aux vitesses, c'est-à-dire que la différence des poids du sable dans chaque cellule représente la vitesse relative du piston dans les diverses fractions correspondantes de sa course dans le cylindre.

» Pour mieux faire comprendre ce principe simple, je présenterai le détail de deux expériences que j'ai faites au moyen d'instruments avec les capitaines Nance et Dunstan, l'une sur la machine des mines de Weal-Uny, et l'autre sur celle de Tresavean.

» D'abord, nous nous sommes assurés que le sablier déchargeait $1^{\text{gram.}},105$ de sable stanniferé en une seconde; alors la boîte qui mesure le temps a été mise en communication avec la machine à vapeur, et disposée de telle façon que l'une de ses divisions passât sous le sablier à chaque $0^{m},30$ de la course du piston dans le cylindre.

» Cela fait, on a pesé très-exactement la quantité de sable écoulée du sablier dans une pulsation de la machine, et les temps ont été déterminés par la proportion. »

$$0^{\text{gram.}},5575 : : x : : 1^{\text{gram.}},105 : 1''$$

Ce qui fourni les tableaux suivants :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MACHINE DE LA MINE DE WEAL-UNY. 3 mètres de course de piston dans le cylindre.			MACHINE DE TRESAVEAN. 3m.60 de course de piston dans le cylindre.		
Fractions de course.	Poids du sable.	Temps.	Fractions de course.	Poids du sable.	Temps.
mèt.	gram.	minutes.	mèt.	gram.	minutes.
0.30.	0.3575. . .	0.3225	0 30.	0.3737. . .	0.3382
0.60.	0.2600. . .	0.2351	0.60.	0.2600. . .	0.2353
0.90.	0.1300. . .	0.1176	0.90.	0.1460. . .	0.1321
1.20.	0.1300. . .	0.1176	1.20.	0.1460. . .	0.1321
1.50	0.1300. . .	0.1176	1.50.	0.1460. . .	0.1321
1.80.	0.1300. . .	0.1176	1.80.	0.1460. . .	0.1321
2.10.	0.1620. . .	0.1466	2.10.	0.1625. . .	0.1470
2.40.	0.1780. . .	0.1610	2.40.	0.1787. . .	0.1617
2.70.	0.1950. . .	0.1764	2.70.	0.2113. . .	0.1912
3 00.	0.5525. . .	0.5000	3.00.	0.2275. . .	0.2058
			3.30.	0.2925. . .	0.2647
	2.2250	2.0120	3 60.	0.8450. . .	0.7647
				3.1447	2.8370

Chemin aérien ou véloposte.

Par M. L. Touboulic,

ingénieur – mécanicien, directeur de l'atelier des boussoles de la marine royale à Brest.

La voie dite chemin aérien ou véloposte est formée d'un câble-rail en fils de fer proportionné à la charge à transporter; ce câble est supporté et tendu par des appareils nommés supports tendeurs, dans une inclinaison déterminée suivant la vitesse que l'on veut obtenir, à des distances de 100, 150 et même 200 mètres.

De 1000 mètres en 1000 mètres, suivant les localités, un câble mobile tangent à la ligne de course, fixé à un balancier réacteur chargé à l'avance d'un poids égal à l'effort d'impulsion nécessaire pour surmonter une pente déterminée, soulève à 3 ou 4 mètres insensiblement, et sur le plan incliné formé par le premier câble, le véhicule ou wagon livré déjà à l'impulsion de sa pesanteur et de sa vitesse acquise.

Toute la force motrice consiste dans le rassemblement à l'avance de poids réacteurs, qui se repartissent à chaque passage de chars pour continuer l'impulsion première. Cette accumulation se fait dans les intervalles de repos, soit par de l'eau, du vent, des animaux, de l'air comprimé ou des appareils électro-magnétiques.

Ce câble-rail, élevé de 4 à 5 mètres au plus au-dessus du sol, laisse disponible le terrain qu'il traverse; ne rompt aucune relation entre les parties d'une propriété, se déplace, se transporte d'une ligne sur une autre; il n'impose aucun bouleversement de terre, aucuns travaux d'art, et joint tous les points en ligne directe à vol d'oiseau.

La voiture est composée de deux roues à gorge qui portent sur le câble de chaque côté, et en contre-bas sont suspendus les deux chars ou wagons qui reçoivent les voyageurs ou les marchandises.

Le véloposte ne présente aucune chance d'accidents graves. L'expérience a prouvé le peu d'appréhension pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette voie nouvelle ; plus de 400 personnes ont couru dans les chars.

Cloche à carène ou sous-marine.

Par M. L. Touboulic,

ingénieur-mécanicien, directeur de l'atelier des boussoles de la marine royale à Brest.

Les avantages nombreux de la cloche sous-marine de M. Touboulic, signalés depuis longtemps par MM. les commandants des bâtiments de la station des Antilles, et l'amiral Demoges, qui lui-même a vu et constaté que la frégate *la Néréide* lui a dû de pouvoir très-facilement réparer une partie du doublage qui était enlevé au talon, ont été de nouveau appréciés par la frégate *la Belle Poule*, commandée par S. A. R. le prince de Joinville, qui, dans un rapport au ministre de la marine, exprime le vœu d'en voir ordonner l'emploi sur chacun des bâtiments de la marine royale, vœu étendu, par une commission spéciale, au port de Brest pour la délivrance de cet appareil aux ports militaires.

Nous pensons que la marine du commerce doit aussi connaître, apprécier et rechercher pour son service un appareil simple, sans danger d'application, dans lequel un plongeur peut rester de 23 à 45 minutes sous l'eau, sans malaise, examiner, nettoyer la carène du bâtiment, clouer, déclouer des feuilles de cuivre, mortaiser, boucher, calfater sur des romaillets, réparer des robinets, élinguer, recueillir même de petits objets ; miner, rejointoyer, maçonner ; visiter l'état du bâtiment dans un échouage ; guider des appareils pour le relever, etc.

Cet appareil, qui pèse 120 kilog. au plus, se met à la place de la première barrique d'eau ou de farine consommée. Sa valeur est de 250 à 300 fr.

C'est un instrument acquis à la marine, instrument désiré depuis longtemps, et dont on aurait à regretter, à se reprocher l'absence dans les mille cas de navigation où le bâtiment peut être compromis.

On reconnaîtra que c'est encore un important service rendu non-seulement à la marine de France, mais à tous les peuples navigateurs par M. Touboulic, qui déjà compte plusieurs inventions utiles généralement appliquées.

Mode d'assemblage des tuyaux de conduite d'eau.

D'après M. Jœger, il existe un moyen très-prompt, très efficace et fort durable d'assembler les tuyaux de fonte qui servent à la conduite des eaux. Ce moyen consiste dans une sorte de manchette en feutre de 7 à 8 centimètres de longueur sur 6 millimètres d'épaisseur, qu'on plonge préalablement dans un mélange de suif et de résine en fusion. Cette manchette s'applique sur le bout mâle de l'un des tuyaux, sur lequel on amène le bout femelle du tuyau suivant qu'on fait entrer de force. Ce mode d'assemblage marche avec une très grande rapidité, et présente, dit-on, beaucoup de sécurité. Les changements provenant de la contraction et de la dilation du métal ont peu d'influence sur lui, et produisent rarement des avaries. Une expérience avec ces feutres, qui dure déjà depuis 10 ans, et qui est faite sur une conduite d'eau où la pression est de plus de 6 mètres, a fourni jusqu'à présent d'excellents résultats en faveur de la méthode.

Nouvelle force motrice.

Le *Courrier de Philadelphie*, journal publié aux États-Unis, fait, dans un de ses derniers numéros parvenus en Europe, un éloge pompeux d'une nouvelle force motrice de l'invention du docteur Drake, et qu'on a vue fonctionner pendant quelques semaines dans cette ville, à la satisfaction des ingénieurs et des mécaniciens.

« Les graves inconvénients, dit-il, qui accompagnent l'emploi de la vapeur comme force motrice, l'immense espace que la machine, les chaudières, les fourneaux exigent, l'énorme consommation du combustible ; enfin, le danger des explosions ont depuis longtemps fait désirer à tous les ingénieurs et à toutes les personnes qui s'intéressent à la science des machines qu'on pût lui substituer un agent exempt de ces difficultés ; cet agent est enfin trouvé. Après bien des années d'efforts et d'essais infructueux, le docteur Drake est enfin parvenu au but qu'il se proposait et a vu ses travaux couronnés de succès. Il a construit une machine de trois chevaux de force qui a complétement répondu à son attente, et sous ce rapport nous croyons devoir faire connaître en quoi son invention diffère de la machine à vapeur.

» D'abord, la matière qui sert à pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duire la force motrice n'y est consommée qu'en faible quantité. Pour le démontrer, il suffit de dire que quand on emploie le gaz ordinaire de résine, la machine ne consomme en cette matière solide qu'une quantité égale à 680 grammes par heure. On voit donc que pour produire une force de trois chevaux, on fait une consommation bien minime de combustible.

» En second lieu, le danger des explosions disparaît complétement, puisqu'il n'y a ni chaudière ni fourneau.

» Enfin, une machine de ce genre n'occupe pas la moitié de l'espace qu'il faudrait à une machine à vapeur de la même force

» L'appareil présente encore beaucoup d'autres avantages qui frapperont ceux qui s'occupent des applications. Ainsi, tout le monde sait qu'un des grands inconvénients des bâtiments à vapeur armés en guerre, est leur énorme cheminée qui sert de point de mire au canon de l'ennemi et se trouve exposé à toutes les chances des combats. Les tentatives faites à bord du *Missouri*, pour placer les cheminées horizontalement et les faire sortir le long des bordages, ont démontré que ce moyen était complétement impraticable. Mais dans les machines de M. Drake, quand on y applique le combustible que l'inventeur lui destine, savoir : de l'essence de térebenthine ou de la graisse de porc combinée avec une petite quantité d'alcool, il ne faut pas de fourneau, et par conséquent pas de cheminée. Un bâtiment pourvu de cette machine, avec son propulseur placé à l'arrière et sous l'eau, ainsi qu'on commence à le faire aujourd'hui, conserve toute l'apparence extérieure d'un vaisseau ordinaire, et de plus la machine qu'on pourrait placer très-basse dans les entreponts et dans les œuvres vives se trouverait ainsi à l'abri de tout danger de la part du boulet.

» Une chose qui paraîtra incroyable, c'est qu'il ne faut pas plus d'une minute pour mettre la machine en train. Si un navire a besoin de s'arrêter, pendant une demi-heure ou plus, la machine suspend son action et il n'y a pas consommation de combustible, et une minute après l'ordre du capitaine il peut se mettre en route. Ainsi donc, on évite ainsi tous les frais de mise en train de la machine à vapeur ordinaire et tous ceux nécessaires pour maintenir la vapeur à l'état de tension suffisante pendant les temps d'arrêt et les escales. »

Moyen pour donner plus de durée et de mordant aux limes.

Par M. le docteur HANLE.

On sait que la bonté des limes repose entièrement sur le mordant que possèdent les dents qui s'y trouvent taillées, mais que le mordant éprouve souvent des altérations lors de l'opération de la trempe, parce qu'alors les dents qui se trouvent être les portions les plus découvertes sont exposées le plus longtemps à l'action de la violence du feu, et que leurs pointes les plus aiguës ou les plus délicates sont rouges presque instantanément, et longtemps avant que le corps de la lime ait acquis le degré de chaleur nécessaire pour la trempe et l'immersion dans l'eau. Cette température soutenue et violente à laquelle sont soumises les dents leur fait perdre une portion de leur carbone, et par conséquent de leur qualité et élasticité, et les rend cassantes souvent à un tel point, que ces dents, au premier essai qu'on fait de la lime sur un métal, éclatent en partie ou perdent à l'instant même leur mordant, c'est-à dire leur bord tranchant.

La détérioration des limes est favorisée d'ailleurs par l'usage où l'on est de les tremper dans l'huile pour les garantir contre la rouille, lorsqu'on n'enlève pas cette huile avant de s'en servir. En effet, l'huile qui s'est épaissie avec le temps empâte tellement les particules des dents qui se brisent, que celles-ci restent logées dans les tailles et gâtent l'objet qu'on travaille, ou bien détruisent la lime même. De plus, elle retient la limaille qui, devenant compacte par la pression et le frottement, émousse les dents qui étaient restées entières. On peut apporter un remède à ces deux défauts, savoir la rupture des dents lorsque la trempe n'a pas été bien ménagée ou que l'acier ne vaut rien, et l'épaississement des huiles par le moyen suivant.

Dans toutes les limes plates, depuis les bâtardes jusqu'aux limes douces les plus fines, il existe une face ou un bord qui n'a pas reçu de tailles. On découvre et nettoie cette face, et on chauffe la lime sur de la braise ou sur une lampe à esprit de vin, en la tournant continuellement jusqu'à ce que la face nettoyée ait pris uniformément une couleur jaune mat, puis on plonge aussitôt dans l'eau ; on sèche à la même chaleur, et on enlève à la brosse l'huile carbonisée logée dans les tailles. Par ce traitement, les dents acquièrent, sans perdre de leur dureté,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus d'élasticité, et la lime devient plus durable et plus mordante sur tous métaux.

Pour les limes triangulaires ou rondes qui n'ont pas de face plane pour pouvoir juger du degré de chaleur par la couleur, on se sert d'essence de térébenthine dont on enduit la lime; en approchant du feu la lime s'enflamme, et on répète le procédé jusqu'à ce que toute l'huile soit charbonnée; ce qu'on reconnaît à ce que quelques coups de gratteboute suffisent pour montrer le fond des tailles bien sec et très-net.

De la glyphographie.

La glyphographie est une nouvelle méthode de gravure inventée en Angleterre, dans laquelle on fait jouer un rôle à l'action délicate du procédé de l'électrotypie pour la production de certains effets désirés. Le principe de cette invention consiste à déposer dans les traits entaillés sur une plaque une substance douce et une couche de cuivre, qui devient naturellement une contre-épreuve exacte de ces traits. L'impression qu'on obtient ainsi est imprimée de la même manière que les caractères typographiques ou les vignettes sur bois. La glyphographie est donc une sorte de stéréotypage au moyen de l'électricité, avec cette différence toutefois que le stéréotypage est pris, non pas sur un caractère ou un bloc secondaire, mais sur le dessin et le travail même de l'artiste. Voici comment M. Palmer, inventeur de ce nouveau procédé, décrit la manière particulière dont il faut procéder pour faire le dessin.

« On prend une planche ordinaire de cuivre semblable à celle dont on se sert dans la gravure en taille-douce, on la noircit sur le côté poli, et on y étale une couche très-légère d'une composition blanche opaque, ressemblant à de la cire blanche par sa nature et son aspect. Cela fait, la plaque est préparée.

» Afin de pouvoir dessiner convenablement sur ces planches, on fait usage de différentes espèces de pointes, suivant les effets qu'on veut produire et les instructions que je donne, et avec ces outils on enlève partout où on les fait passer une portion de la composition blanche, ce qui met à découvert la surface noircie de la planche, et forme un contraste frappant qui permet à l'artiste de se rendre tout de suite, sur le fond blanc environnant, compte de l'effet qu'il se propose de produire.

» Le dessin étant terminé est alors mis dans les mains d'une autre personne qui l'examine très-attentivement et minutieusement, pour voir si une partie quelconque du travail n'aurait pas été endommagée ou remplie par la poussière ou quelques ordures. En sortant de ses mains, cette planche passe dans celles d'une troisième personne, qui la met en contact avec une substance ayant une affinité chimique pour les portions de la composition qui la recouvre encore, au moyen de quoi ces portions acquièrent une élévation à laquelle on peut donner telle épaisseur qu'on désire. Au moyen d'une manipulation soignée, les clairs du dessin deviennent d'une épaisseur uniforme sur toute la surface de la planche. Il reste toutefois encore quelque chose à faire. La hauteur de ces portions du bloc qui ne doivent pas imprimer doit, jusqu'à un certain point, être proportionnelle à leur surface, par conséquent les clairs qui règnent sur une surface plus étendue ont besoin d'être élevés sur la planche à une épaisseur plus considérable, afin de produire de la profondeur. Cette partie du procédé est purement mécanique et s'exécute aisément.

» Il est indispensable que les surfaces imprimantes d'un bloc préparé pour la presse présentent un relief tel qu'il n'y ait pas probabilité que le rouleau distributeur d'encre puisse toucher le fond des interstices qui les séparent quand il passera sur elles. On y parvient dans la gravure sur bois en creusant ces parties intermédiaires qui forment les clairs à l'impression jusqu'à une profondeur suffisante; mais en glyphographie, la profondeur de ces parties est formée par les portions de la composition blanche qui restent sur la planche, auxquelles on donne l'épaisseur ou la hauteur relative à la profondeur que ces interstices blancs doivent avoir sur le bloc, puisque ce dernier est un moule ou une contre-épreuve de la première. Si la composition blanche était étendue d'abord sur la planche à une épaisseur aussi considérable que cela est nécessaire, il serait impossible à l'artiste de dessiner avec finesse, délicatesse et liberté; par conséquent on enduit la planche d'une couche aussi mince que possible avant d'y tracer le dessin, et on obtient l'épaisseur par le moyen qui vient d'être décrit.

» La plaque ainsi préparée est inspectée de nouveau avec une scrupuleuse attention au moyen d'une forte loupe, et examinée jusque dans ses moindres détails pour s'assurer si elle est prête à être soumise à l'opération suivante, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

consiste à la placer dans une auge et à l'y soumettre à l'action d'une batterie galvanique qui dépose du cuivre dans toutes les profondeurs des traits, remplit ceux-ci, et qui étend du métal sur toute la surface de la composition jusqu'à ce qu'on ait obtenu une plaque de cuivre suffisamment épaisse qu'on enlève, et présente alors un moulage parfait du dessin qui a servi à la clicher.

» Enfin la plaque métallique ainsi produite est soudée à une autre pièce de métal pour l'empêcher de fléchir ; puis on la monte sur un bloc de bois, afin de l'amener à la hauteur des caractères d'impression. Ces opérations étant terminées, la plaque est prête à être mise sous presse.

» Il est nécessaire aussi de rappeler que si quelques portions du bloc ont besoin d'être abaissées, on y procède avec la plus grande facilité lors du montage. »

Nous regrettons de ne pouvoir entrer dans des détails plus précis et plus étendus sur le procédé de M. Palmer ; mais les specimens de glyphographie que nous avons eu l'occasion de voir nous ont présenté une finesse d'exécution bien supérieure à celle de la gravure sur bois, et une hardiesse de dessin qu'on ne voit pas communément dans ce genre de gravure.

CORRESPONDANCE.

A M. le Rédacteur du Technologiste.

Sur l'épuration et la décoloration de l'huile de cotonnier.

Monsieur, dans le numéro de décembre dernier du *Technologiste*, vous avez inséré une note dans laquelle M. Girardin indique que le procédé que j'ai donné pour l'*épuration et la décoloration de l'huile de graine de cotonnier*, 4e année, page 191, lui appartient ; permettez-moi, je vous prie, de répondre à cette réclamation qui me paraît mal fondée.

M. Girardin, trouvant sans doute qu'il serait étrange de réclamer le procédé d'épuration d'une huile qu'il n'a pas épurée, met en avant avec une intention toute particulière, quelques *essais* faits, il y a quatre ans, sur l'*expression* (seulement) des graines du cotonnier, et pour appuyer sûrement ses droits aux premiers travaux sur l'expression de ces graines, M. Girardin invoque les dates et son registre de laboratoire, cela était inutile ; je ne prétends pas être le premier qui se soit occupé de l'huile du cotonnier ; il y a longtemps déjà, et avant les essais de M. Girardin, que les ouvrages en parlent (1) et que les industriels s'en occupent.

La priorité, dans cette occasion, si elle pouvait intéresser quelque jour la science, serait, je crois, assez difficile à établir ; et en supposant même que M. Girardin se soit occupé le premier de la graine du cotonnier, que prouvent ses essais? car, il faut bien que je le dise, M. Girardin n'a rien dit sur la graine du cotonnier qui puisse autoriser sa réclamation ; serait-il praticable en industrie, où l'économie et l'exécution facile sont de nécessité absolue, de traiter cette graine par une demi-partie d'acide sulfurique concentré à 66° pour lui enlever le duvet cotonneux, et cela pour la disposer seulement à donner l'huile par la pression : voilà ce que M. Girardin appelle d'excellents résultats. La décoloration que j'ai indiquée, et qui se présente naturellement à la pensée, est ce qu'il y a de plus rationnel, l'expérience le prouve. M. Girardin se trompe, lorsqu'il dit que l'acide sulfurique n'altère pas les semences, il réagit au contraire, et tous les acides en général même étendus, sur une matière colorante verte disséminée à l'état de petits globules dans la substance de l'amande, et lui donne une couleur rouge foncé qui se communique à l'huile lors de l'expression.

Dans une note qui fait suite à celle que j'ai donnée sur l'épuration de l'huile de cotonnier, j'ai démontré que l'air par son action oxidante sur la portion huileuse de la graine produisait le même effet que les acides, c'est-à-dire que la matière verte devenait rouge lentement en subissant la réaction ; j'ai indiqué des moyens simples pour s'en garantir et obtenir l'huile blanche et épurée par la simple expression de la graine.

M. Girardin se trompe également, lorsqu'à la fin de sa note il dit, que le *procédé d'épuration que je donne*

(1) Voici comment s'exprime le Dictionnaire des drogues simples, de MM. Chevallier et Richard, année 1828, t. III, p. 118. Le procédé usité pour l'huile de cotonnier est le même que celui employé pour obtenir les huiles de navette et de colza. MM. Vollard et Bailly, filateurs de coton, ont obtenu de cette huile dans la proportion de 6 litres pour 36 litres de graines. Elle est employée au Brésil pour assaisonner les aliments ; dans les îles de l'Amérique et à Cayenne, elle sert à l'éclairage ; en Espagne, elle sert aux usages économiques, et le tourteau est employé comme engrais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme nouveau ne m'appartient pas, se basant sur ce que le premier il a employé la lessive caustique pour l'huile de poisson ; j'affirmerai d'abord que je n'avais aucune connaissance des expériences de M. Girardin ; mais d'ailleurs quel rapport y a-t-il entre l'huile de poisson et l'huile du cotonnier ? Si mes recherches m'ont amené à trouver un moyen analogue à celui dont M. Girardin a fait usage pour une huile différente, cela veut-il dire qu'il lui appartient ? qu'il soit moins légitimement acquis à moi qu'à lui ? Persuadé, au contraire, que ce moyen n'avait de nouveau que l'application que je lui donnais, je n'ai point cherché si d'autres l'avaient employé avant moi, il me suffisait de savoir que *rien encore n'avait été fait avec la soude caustique sur l'huile du cotonnier* (1) ; et maintenant, puisque M. Girardin m'y oblige, après avoir à ce dessein compulsé les brevets, je tiens à lui prouver à mon tour que le procédé qu'il a publié pour épurer l'huile de poisson et qui fait le sujet de sa réclamation, ne lui appartient pas, il a été l'objet de deux brevets, l'un pris en Angleterre, dans le courant d'avril 1840, l'autre, qui n'est que l'importation du brevet anglais, a été délivré à Paris le 3 août suivant, pour cinq ans, à M. Bourquet du Havre ; il porte en titre : *Procédé pour l'épuration et la désinfection des huiles de poisson.*

Voici le moyen mis en usage par le titulaire : après avoir agité l'huile de poisson quelque temps avec une infusion de quercitron (opération dont on peut se dispenser) l'huile est décantée de dessus la partie aqueuse et agitée de nouveau à froid avec 2 ou 3 p. 0/0 *de lessive caustique à* 36°, l'huile épurée par ce moyen et devenue très-fluide, surnage un petit dépôt qu'on sépare par la filtration ; d'après ce brevet, cette huile à peine colorée n'aurait plus d'odeur.

M. Girardin, dans son mémoire sur l'huile de poisson, dit qu'il a consulté la collection des brevets anglais et français ; je m'étonne que ce moyen antérieur d'une année à sa publication lui ait échappé.

A. NATIVELLE.

---

(1) La propriété épurante de la soude caustique étant particulière à quelques huiles seulement, on ne peut étendre ses prétentions que sur les recherches qu'on a faites, c'est-à-dire que sur l'huile qu'on est parvenu à épurer.

Le premier procédé rationnel d'épuration mis en usage pour l'huile de cotonnier, et pour lequel un brevet a été pris, consistait en un lait de chrôme et un jet de vapeur : ce moyen était exactement cependant celui qui avait été indiqué dans un autre brevet pour l'épuration et la désinfection des huiles de poisson.

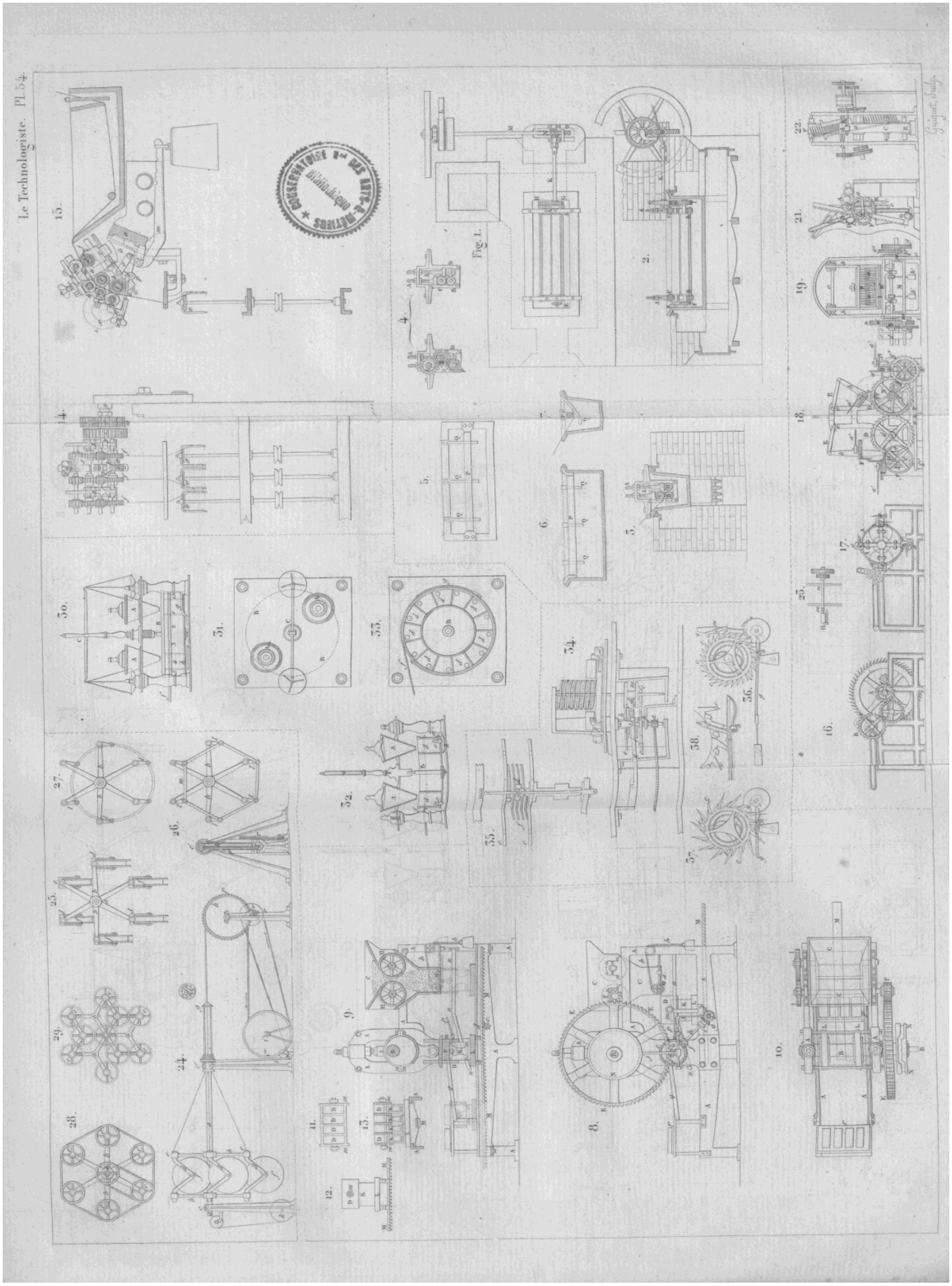
BIBLIOGRAPHIE.

Nouveau Manuel complet des ponts et chaussées.

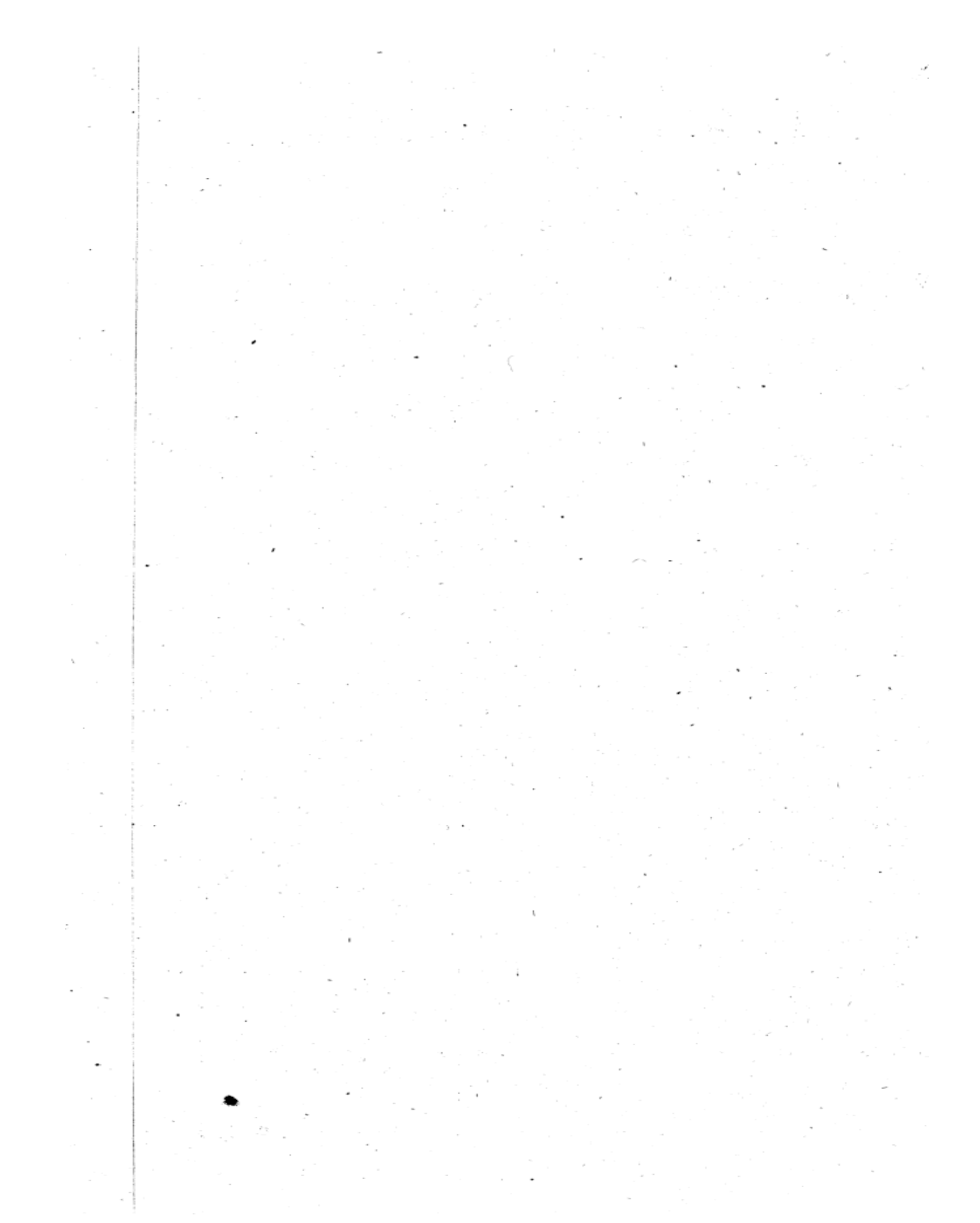
Par M. GAYFFIER, ingénieur des ponts et chaussées, 1re partie, routes et chemins ; Paris, 1844, 1 vol. in-18, fig. Prix : 3 fr. 50 c.

Lorsque nous avons annoncé la première édition de ce Manuel (voir *le Technologiste*, 1re année, page 336), et que nous en avons fait l'éloge, nous avons pu facilement prédire, en nous fondant sur son utilité et sa bonne rédaction, qu'il ne tarderait pas à s'épuiser par un débit rapide et à exiger une réimpression. C'est en effet ce qui est arrivé, l'ouvrage a été accueilli par les ingénieurs, les conducteurs de travaux et toutes les personnes qui s'intéressent aux grandes constructions, avec une faveur distinguée, et il a fallu en imprimer une nouvelle édition pour satisfaire à des demandes toujours nouvelles. L'auteur, ingénieur très-instruit, a profité de cette réimpression pour introduire dans son ouvrage de nombreuses et importantes améliorations. Il a mis à profit tous les travaux qui ont été publiés dans cet intervalle sur le sujet qu'il traitait par des ingénieurs de mérite, et s'est appliqué en outre à donner des développements à la construction des chaussées pavées et en empierrement bien plus étendus que ceux où il était entré dans sa première édition. Malgré ces améliorations le prix en est resté le même, c'est-à-dire à la portée des jeunes gens ou des individus préposés aux grands travaux publics qui pourront y puiser une instruction élémentaire pour laquelle il n'existait pas encore d'ouvrage spécial aussi bien fait et aussi complet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS

ET ÉCONOMIQUES.

Deuxième Mémoire sur la coloration des métaux.

Par M. BECQUEREL.

Depuis les deux communications que j'ai faites (voir aux pages 6 et 13 de ce volume) touchant la coloration des métaux au moyen des dépôts successifs de peroxide de plomb, opérée à l'aide de l'électricité voltaïque, je me suis attaché à multiplier les expériences dans le but de remonter aux causes des effets produits, et de trouver les procédés les plus simples et en même temps les plus pratiques, à l'aide desquels on pût obtenir des teintes uniformes et durables sur des objets de forme diverse d'un métal quelconque, afin que l'industrie fût à même de se livrer sans difficulté à ce nouvel art. Les résultats auxquels je suis parvenu, et qui sont consignés dans le présent Mémoire, atteignent, du moins j'ose l'espérer, le but que je me suis proposé; car je n'ai omis aucun des détails pratiques propres à éclairer l'industrie et à la mettre à même d'assurer le succès de ses opérations.

Le phénomène de coloration électrochimique produit sur des surfaces métalliques est le même que celui des lames minces recouvrant les surfaces de certains corps, et laissant voir par transparence ces mêmes surfaces avec des couleurs dont l'espèce et l'éclat dépendent de l'épaisseur des lames déposées, de la couleur du corps, et qui présentent souvent à nos yeux le brillant phénomène des anneaux colorés.

Nobili est le premier qui nous ait fait connaître la production des anneaux colorés sur des lames de métal, au moyen de dépôts produits par l'électricité voltaïque, phénomènes analogues à ceux anciennement obtenus par Priestley avec des décharges successives de batteries électriques : le physicien anglais avait observé qu'en transmettant à plusieurs reprises ces décharges d'une pointe métallique sur une lame de métal, il en résultait sur cette dernière plusieurs séries d'anneaux colorés qui étaient les mêmes, quelle que fût la direction de la décharge; c'est-à-dire que l'électricité positive partît de la pointe ou de la lame. On dut en conclure que la coloration dépendait d'une cause agissant également des deux côtés. Les expériences ayant d'abord été faites sur le cuivre et l'acier, métaux qui se colorent en se refroidissant, après avoir été exposés à l'action d'une chaleur aussi forte que celle qui se dégage pendant la décharge, on dut croire que telle était la cause de la production des anneaux colorés. Mais comme on les obtint également ensuite sur le platine et l'or, on fut obligé d'admettre le transport de la matière même de la pointe, qui en se déposant sur la lame en couches d'autant plus minces qu'elles s'éloignaient davantage du point central, donnait naissance à des anneaux colorés; conjecture qui s'est changée en certitude depuis les expériences de M. Fusinieri sur le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

transport de la matière à travers les substances métalliques par l'effet des décharges, quelle que fût la direction de ces dernières.

Pour avoir une idée bien nette des phénomènes décrits d'abord par Priestley, puis étudiés avec de grands développements par Nobili, en se servant de l'électricité voltaïque, et les comparer à ceux dont il va être question dans ce Mémoire, je rapporterai les principaux résultats obtenus par ces deux physiciens.

Lorsqu'une plaque métallique est soumise à l'action de plusieurs décharges d'une batterie électrique, au moyen d'une pointe également de métal, la couleur de la plaque change à une distance considérable autour de la tache centrale, et l'espace entier est recouvert d'un certain nombre d'anneaux concentriques, dont chacun présente les belles couleurs du spectre. Plus la pointe est rapprochée de la lame, plus tôt on voit naître les couleurs, et plus aussi les anneaux sont serrés : si la distance est excessivement petite, les couleurs apparaissent à la première décharge ; mais alors elles sont confuses.

Le nombre des anneaux augmente en raison du degré de finesse de la pointe : plus celle-ci est émoussée, plus les anneaux sont larges, mais aussi moins ils sont nombreux. Sur une lame d'acier, pour une distance donnée, les couleurs ne se manifestent pas immédiatement autour de la tache centrale ; on observe d'abord une zone rouge obscur, puis, après quatre ou cinq décharges, en regardant obliquement la surface, on aperçoit un espace circulaire légèrement ombré ou empreint d'une couleur rouge extrêmement faible, se remplissant par degrés d'anneaux de toutes les couleurs, et dont les bords deviennent brunâtres si l'on continue les décharges au delà du premier espace annulaire qui se dessine d'abord comme une ombre légère, et qui est la première nuance des couleurs plus pâles se développant autour du rouge-brun dont se compose la surface intérieure. Les teintes les plus prononcées se montrent d'abord autour de la tache centrale, et reculent à mesure que l'on multiplie les explosions, pour faire place à de nouvelles couleurs après 30 ou 40 décharges. On a trois anneaux bien distincts ; en continuant, les cercles colorés deviennent moins beaux et moins nets, par la raison que le rouge domine et ternit plus ou moins les autres couleurs.

Les anneaux déposés adhèrent suffisamment pour qu'une plume, le doigt même mouillé ne les altèrent en rien ; néanmoins, on peut les enlever avec l'ongle. Les anneaux intérieurs sont les plus résistants ; néanmoins, comme on le voit, *ils ne peuvent résister à un frottement un peu fort.*

Quand les décharges sont trop énergiques et qu'on opère sur l'acier, la surface se corrode, et il en résulte des érosions qui nuisent à la netteté des effets produits. Ces érosions n'ont pas lieu sur l'argent, l'étain et le bronze poli. Les anneaux colorés, ainsi que les effets précédemment décrits qui les accompagnent, se montrent sur l'or, l'argent, le cuivre, le bronze, le fer, le plomb et l'étain, et toujours, quel que soit le sens de la décharge.

Pour obtenir les anneaux colorés au moyen de l'électricité voltaïque, il faut, comme Nobili l'a fait le premier, concentrer le courant venant d'un des pôles de la pile dans un fil de platine dont la pointe seulement plonge dans le liquide à décomposer, tandis que l'autre pôle est en relation avec une lame de métal se trouvant dans le même liquide. Cette lame est placée perpendiculairement à la direction du fil et à environ 1 millimètre de la pointe. Les effets produits dépendent de la nature de la lame métallique, de son état positif ou négatif et de la nature de la dissolution. On les obtient facilement en peu de secondes avec une pile de forme ordinaire.

Nobili ayant soumis à l'expérience un grand nombre de dissolutions avec un fil de platine et des lames de platine, d'or, d'argent, d'étain, de bismuth, de cuivre, de laiton, etc., a obtenu des résultats très-variés dont je vais rapporter les principaux.

Dissolution de sulfate de cuivre.

Lame d'argent positive. Quatre ou cinq cercles concentriques alternativement clairs et obscurs.

Lame d'argent négative. Trois petits cercles concentriques : le plus grand et le plus petit d'un rouge foncé, le cercle intermédiaire d'une teinte plus claire.

Lame de laiton positive. Traces légères de cinq cercles concentriques de la couleur du laiton, les uns plus clairs, les autres moins, et alternant ainsi entre eux.

Lame de laiton négative. Cercles de deux nuances de cuivre métallique alternant comme sur l'argent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dissolution de sulfate de zinc.

Lame d'argent positive. Tache obscure au centre, cercle jaune clair, puis un cercle d'un bleu léger, et enfin une belle zone tirant sur le jaune.

Lame de laiton positive. Cinq petits cercles provenant de cuivre mis à découvert par l'action du courant, et présentant deux teintes alternatives, l'une claire, l'autre sombre.

Dissolution de sulfate de manganèse.

Lame d'argent positive. — Cinq cercles concentriques alternativement clairs et foncés, le cinquième plus distinct que les autres, et entouré d'une auréole d'un jaune pâle qui se fond en une teinte violacée. Ces cercles ont de l'analogie avec ceux obtenus avec le sulfate de cuivre.

Dissolution d'acétate de plomb.

Lames d'or et de platine positives. Iris concentrique, composée d'anneaux naissant les uns des autres, et se propageant à la manière des ondes.

Lame d'argent positive. Iris moins distincte que sur l'or et le platine.

Dsisolution d'acétate de cuivre.

Lames de platine, d'or, d'argent positives. Rien de remarquable.

Mêmes lames négatives. Avec l'argent, par exemple, souvent quatre cercles concentriques, qui exposés à l'air, prennent les teintes suivantes : bleu foncé au centre, puis rouge jaunâtre, bleu moins foncé, et rouge jaunâtre, et présentant une autre nuance que la seconde teinte.

Dissolution d'acétate de potasse.

Lame d'argent positive. Un cercle au milieu de trois autres, de 1 centimètre de diamètre, environné d'un filet d'argent très-brillant, auquel succède une auréole de couleurs diverses, mais faible.

Des résultats analogues ont été obtenus par Nobili avec beaucoup d'autres dissolutions, et notamment avec des liquides extraits des corps organiques, tels que les sucs de carotte, d'oignon, de persil, d'ail, de pomme, de raifort, de chou pommé, de feuilles de celeri, de betterave. Les effets obtenus avec ces liquides sont tellement curieux, que je crois devoir en citer quelques-uns.

Suc de carotte. — Lame d'argent positive. Centre obscur entouré de deux cercles, l'un jaunâtre, l'autre verdâtre, puis diverses zones fortement colorées.

Suc de raifort. — Argent positif. Au centre un point obscur, autour un petit cercle blanc ; une zone verdâtre, terminée par un cercle bleu ; ensuite un ou deux cercles d'un beau jaune d'or, et enfin quelques iris assez faibles.

Suc de betterave. — Argent positif. Au centre, un point rouge environne de quatre cercles, le premier jaune, le deuxième bleu, le troisième rouge et le quatrième vert; plus loin, deux ou trois beaux iris.

Nobili a tiré de ces expériences les conséquences suivantes :

1° *Il existe une différence entre le mode d'action des deux pôles, relativement à la faculté qu'ils possèdent de se couvrir de matières*, le pôle positif l'emportant néanmoins de beaucoup sur le pôle négatif, surtout à l'égard des matières organiques ;

2° En général, l'effet du pôle négatif est augmenté en opérant avec un courant plus intense, ou bien en ajoutant aux sels métalliques un sel à base alcaline.

Le même physicien avait pensé qu'il pourrait bien se faire que les effets de coloration qu'il avait obtenus fussent dus à des dépôts de lames minces ; mais il ne s'était pas rendu compte de la nature de ces dépôts. Par exemple, en rapportant ce qui se passe avec un mélange des deux acétates de cuivre et de plomb, il ajoute (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, tome XXXIV, page 287) :

« Mais si les iris proviennent, comme » cela pourrait être, de quelqu'une des » substances électro-négatives de la » solution qui se déposent en lames » minces à la surface de ces deux mé- » taux, pourquoi n'en arriverait-il pas » autant avec les autres métaux ? C'est » là peut-être une question qui n'est » pas indigne d'exercer la sagacité des » chimistes. »

Tels sont les résultats généraux obtenus, d'une part, par Priestley, et de l'autre par Nobili, dans leurs expériences sur la production des anneaux colorés au moyen de l'électricité, et que j'ai cru devoir rapporter, afin de faire connaître l'état de la question concernant la coloration, quand je l'ai reprise sous un point de vue différent de celui de ces deux physiciens. Je reviendrai sur ces résultats après avoir exposé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ceux qui font le sujet de ce Mémoire.

Pour colorer les métaux suivant la méthode indiquée dans mon premier Mémoire, et décrite avec plus de détail dans les *Éléments d'électro-chimie* que j'ai publiés récemment, je me sers d'une dissolution plombique alcaline, dans laquelle l'oxide joue le rôle d'élément électro-négatif. Je rappellerai en peu de mots le mode d'expérimentation : la dissolution est mise dans un bocal de verre, où se trouve un cylindre de porcelaine dégourdie rempli d'acide nitrique ; dans la dissolution plonge l'objet à colorer, et dans l'acide une lame de platine ; l'objet est mis en communication avec le pôle positif d'un appareil décomposant formé de quelques éléments, et la lame de platine avec le pôle négatif ; on peut, et cela est plus facile, supprimer le vase poreux et l'acide nitrique, et plonger la lame de platine dans la dissolution alcaline. Aussitôt que la communication est établie, la surface de l'objet se recouvre de couches minces successives de peroxide de plomb qui produisent des effets de coloration. L'adhérence de ces couches est aussi grande que celle de l'or sur le cuivre dans la dorure, par la raison que le protoxide de plomb qui passe à l'état de peroxide par la réaction de l'oxigène de l'eau et l'or se rendent au pôle qui convient au rôle que chacun de ces corps joue dans la dissolution. Le dépôt de peroxide peut donc s'effectuer aussi régulièrement sur la surface positive que l'or sur la surface négative, quand on remplit toutes les conditions qui seront indiquées ci-après. Je commencerai par la dissolution de plombate de potasse.

De la composition de la liqueur.

La solution alcaline doit être complétement saturée d'oxyde de plomb, sans quoi les couches déposées de peroxide ne tarderaient pas à se dissoudre dans l'alcali, aussitôt que le courant cesserait de circuler ou seulement quand il y aurait un ralentissement dans son action chimique. Il est donc nécessaire, quand elle a servi, de la faire bouillir de temps à autre avec un excès de litharge dans un ballon, hors du contact de l'air autant que possible, pour empêcher que la potasse n'absorbe de l'acide carbonique. Quand elle a servi pendant longtemps et qu'elle renferme, par conséquent, du carbonate de potasse, il faut la faire bouillir avec de la chaux caustique, laisser déposer le carbonate de chaux formé et filtrer s'il est nécessaire, ou bien décanter la partie claire de la dissolution, que l'on verse dans un vase de forme convenable. Cette dissolution doit marquer de 24 à 25 degrés de l'aréomètre de Baumé, car l'expérience a prouvé que cette densité était la plus convenable pour obtenir les meilleurs effets. Quand elle ne sert plus, on la remet dans un ballon que l'on bouche avec soin.

La température de la liqueur doit être celle ambiante, c'est-à-dire qu'elle ne doit pas dépasser 12 à 15 degrés.

Le succès de l'opération dépend de la bonne composition de la liqueur, de sa densité, de sa température, et, en outre, comme nous le dirons ci-après, de l'intensité du courant et du parfait nettoyage des pièces. Cette opération est aussi essentielle pour la coloration des métaux que pour la dorure électro-chimique ou par immersion. La présence des corps gras et autres substances non conductrices sur les surfaces métalliques exige ce parfait nettoyage.

De la préparation des surfaces.

J'ai déjà dit que les couches de peroxide de plomb déposées, étant transparentes, laissent voir la surface des objets. Par conséquent, telle est la surface de ces objets, tel est leur aspect ou plutôt tel est l'éclat des couleurs. Par conséquent, il faudra leur donner préalablement l'état qui convient, c'est-à-dire le brillant ou le mat, si l'on veut avoir des couleurs brillantes ou ternes. Supposons qu'il s'agisse de lames polies d'or, de cuivre doré ou de platine : on commence par les frotter avec une brosse douce et de l'eau légèrement alcalisée, puis on lave à grande eau. Dans le cas où l'adhérence des matières étrangères est trop forte pour qu'elles soient enlevées par ce moyen, on frotte les lames avec une brosse recouverte de rouge d'Angleterre, puis avec une brosse et de l'eau alcalisée, et on lave à grande eau. On voit alors que les pièces, qui étaient inactives d'abord, se recouvrent facilement des plus riches couleurs. Ces diverses préparations sont surtout nécessaires quand, ayant enlevé les couleurs, on remet de nouveau en expérience les pièces ; car il reste souvent des dépôts qui nuisent à l'éclat des couleurs ou s'opposent même à tout dépôt ultérieur. Les pièces étant préparées, il faut éviter d'y toucher avec les doigts, car leur marque est indiquée par une absence de dépôt ou simplement un dépôt de mauvais effet ; il faut donc prendre les plus grandes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

précautions pour attacher les fils conducteurs ; aussi est-on obligé de tenir les objets avec un linge n'ayant touché à aucune matière organique capable d'adhérer aux surfaces. D'une bonne préparation, je le répète, dépend le succès de l'opération.

Il faut agir autrement à l'égard du cuivre, du fer et des métaux oxydables, qui, en raison de leur oxydation, ne sont pas toujours aptes à recevoir des couleurs aussi belles et aussi variées que l'or, le cuivre doré et le platine.

Pour les objets en cuivre, on doit d'abord leur faire subir un premier dérochage, en chauffant les pièces jusqu'au rouge et les plongeant immédiatement dans de l'acide sulfurique étendu, marquant 12 degrés à l'aréomètre, et dont la température est de 60 à 80 degrés. On procède ensuite au décapage en les plongeant d'abord dans de l'acide nitrique, puis dans un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique, dans la proportion de trois parties du premier et une du second, avec addition d'une petite quantité de sel marin. On évite la suie qui pourrait déposer des matières grasses. On lave à grande eau, et on plonge immédiatement dans le bain alcalin, sans sécher à la sciure, opération qui ne serait pas sans inconvénient, en raison des corps étrangers qui se déposeraient sur les surfaces.

Les pièces décapées peuvent rester, à la vérité, quelques instants dans l'eau, hors de l'influence de l'air, mais néanmoins il ne faut pas trop attendre, crainte d'altération.

Quand le cuivre a été bien décapé avec ce qu'on appelle le brillant, on obtient des effets de coloration très-satisfaisants, mais qui n'approchent pas cependant de ceux que donnent le bruni et le poli, avec le bruni surtout, qui donne une vigueur de ton que l'on n'obtient pas avec le décapage ; mais, dans ce cas, l'opération même du poli ou du bruni apporte, sur les surfaces, des corps étrangers dont il faut les débarrasser en lavant comme ci-dessus, non avec une brosse et une solution aqueuse de potasse, mais bien avec un linge très-fin, trempé dans de l'alcool tenant en dissolution une petite quantité de potasse, puis laver à grande eau.

Toutes les fois que les pièces de cuivre ou de laiton, principalement ces dernières, n'ont que de petites dimensions, 2 ou 3 centimètres carrés de superficie environ, la coloration suit les mêmes phases que sur les surfaces dorées de petite ou de grande étendue ; mais lorsque les dimensions sont considérables, la surface reste brillante pendant plus ou moins de temps et semble se trouver dans un état passif semblable à celui du fer qui a été plongé dans l'acide nitrique concentré ; dans ce cas, il n'y a aucun effet de coloration. D'où peut donc provenir cet état passif du laiton mis en rapport avec le pôle positif d'un appareil voltaïque? Est-il dû ou à la formation d'un oxide de cuivre qui s'oppose, par conséquent, à celle du peroxide anhydre, ou bien parce que le plombate de potasse est simplement décomposé? Ce sont des questions que nous avons dû indiquer en parlant de l'état des surfaces, mais qui ne pourront être approfondies que lorsque je parlerai de la coloration. On reconnaît immédiatement à un signe certain que celle-ci ne s'effectuera pas ; c'est lorsqu'il se dépose beaucoup de plomb sur l'électrode négatif, et cela s'explique facilement : le protoxide de plomb, n'étant pas peroxidé, doit être réduit; aussi, peu d'instants après l'immersion, on voit si la coloration aura lieu ou non.

Quant à la préparation du fer ou de l'acier, lorsque la plaque a été polie, on frotte la surface avec de l'eau alcalisée, et on lave à grande eau.

Du procédé de coloration.

Lorsque l'on soumet à l'action d'un appareil composé de quelques couples une dissolution saturée de protoxide de plomb dans la potasse, au degré de densité indiqué, en prenant pour électrode négatif un fil ou une lame de platine, et pour électrode positif une lame d'or ou de platine, il se dépose immédiatement sur celle-ci une couche de peroxide anhydre de plomb, qui augmente peu à peu d'épaisseur, en produisant successivement tous les effets de couleur que présentent les anneaux colorés ou les lames minces. Aussitôt que la coloration est terminée, il faut retirer la lame colorée de la dissolution plombique, et la laver à grande eau, afin d'enlever toute la potasse, qui réagirait assez promptement sur le peroxide pour le changer en protoxide qu'elle dissoudrait. La coloration commence d'ordinaire sur les bords des lames, dans les parties les plus éloignées des points d'attache, dans les parties, par conséquent, où l'action chimique du courant est la plus forte. C'est pour ce motif que, sans précautions préalables, il est impossible d'avoir des couleurs uniformes. Les couches de peroxide de plomb adhèrent tellement, qu'elles supportent le bruni à la peau et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au rouge d'Angleterre, et non le bruni à la sanguine ou au brunissoir d'acier ou de corne, par la raison que cette opération ne peut s'appliquer qu'aux substances malléables dont les parties s'étendent sous le brunissoir, propriété que ne possède pas le peroxide de plomb, qui dès lors doit se détacher de la surface sur laquelle il est déposé quand l'action du brunissoir est suffisamment forte. En outre, l'adhérence du peroxide est d'autant plus forte que les métaux, du moins leurs oxides, sont plus aptes à former des combinaisons avec ce composé ; cette adhérence est tellement forte quelquefois, que le dépôt résiste assez longtemps à l'action des acides étendus.

Le peroxyde de plomb n'étant pas conducteur de l'électricité, il en résulte que l'épaisseur de la couche qui colore est très-limitée. Avant de faire connaître les différents procédés que nous avons adoptés pour obtenir tous les effets de couleur désirables, je dois indiquer l'ordre que suit la coloration, afin de pouvoir analyser facilement tous ses effets.

Des différents ordres de coloration.

La coloration obtenue sur les surfaces métalliques par le dépôt de couches successives de peroxyde de plomb est due, comme je l'ai dit, au phénomène des lames minces qui laissent voir par transparence, quand il n'y a pas oxydation, la surface métallique sur laquelle elles sont déposées. Si cette surface est colorée, les couleurs dépendant de l'épaisseur des lames se mêlent avec celle qui lui est propre ; d'où résultent des effets qui, bien qu'altérant les couleurs des anneaux colorés, ne changent en rien la succession des ordres différents, lesquels ne sont plus alors composés de couleurs simples. Avec l'or, par exemple, il est impossible d'obtenir le bleu, puisque sa couleur jaune se mêlant au bleu donne un vert bleuâtre, très-beau, à la vérité, mais qui n'est pas le bleu des anneaux colorés. Avec le platine on arrive au bleu, au bleu outremer, au plus beau bleu que l'on puisse obtenir. Je vais indiquer actuellement comment se succèdent, sur une lame d'or, les couleurs dues au dépôt de couches successives de peroxide de plomb.

Premier ordre. Premier ordre des couleurs des anneaux colorés de Newton :

Noir, bleu très-pâle ; blanc vif, jaune-orangé, rouge.

Premier ordre des couleurs des couches de peroxide de plomb.

Léger dépôt dont la couleur ne peut être caractérisée, tant elle est fugitive ; orangé, orangé foncé, gris-perle, tirant sur le verdâtre, le jaune d'or, rouge faible, beau rouge prismatique.

Deuxième ordre. Deuxième ordre des couleurs des anneaux colorés de Newton :

Pourpre sombre, pourpre, vert-pré vif, jaune vif, rose cramoisi.

Deuxième ordre des couleurs des couches de peroxide de plomb :

Rouge tirant sur le violet, vert bleuâtre, beau vert, jaune, rouge.

Troisième ordre. Troisième ordre de Newton :

Pourpre bleu, vert-pré vif, jaune brillant, rose cramoisi.

Troisième ordre des lames de peroxide de plomb :

Violet vineux, vert foncé, vert tirant au rouge. Les couleurs au delà prennent de plus en plus un aspect foncé, et enfin on arrive au noir de jaïet.

En comparant les couleurs des anneaux colorés de Newton et celles des couches de peroxide de plomb appartenant à un même ordre, on voit des rapports bien manifestes, puisque, à quelques exceptions près, il n'y a de différence que dans les teintes ; l'ordre des couleurs se succède en effet assez bien.

Sur le cuivre, on observe les mêmes ordres de couleurs, si ce n'est qu'elles ne sont plus mélangées de jaune, mais bien d'une teinte rougeâtre qui leur donne de l'intensité.

Sur l'argent parfaitement poli, on commence par apercevoir une couleur jaune verdâtre, due en partie à l'oxidation de l'argent, puis le jaune, le rouge, le bleu et le vert ; ensuite d'autres couleurs qui deviennent de plus en plus foncées.

Sur le platine, toutes les couleurs précédentes prennent de plus en plus une teinte bleue ; aussi celles qui sont bleues ou vert bleuâtre donnent-elles le plus beau bleu, le bleu éclatant de l'outremer.

Sur le fer, et surtout sur l'acier, les différents ordres de couleurs se montrent avec assez d'intensité, mais en général elles sont assombries par la couleur grise du metal ; j'ai soumis à l'expérience les metaux exempts de couleur et ceux qui offrent des couleurs foncées. J'examinerai dans un autre Mémoire les effets obtenus sur le nickel, le cobalt, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des diverses dispositions à prendre pour donner des teintes uniformes ou variées aux surfaces.

Pour obtenir des teintes uniformes, il faut disposer l'objet pour que l'action du courant soit la même sur tous les points de la surface, sans quoi il y aurait des parties plus recouvertes de couches de peroxide que d'autres; de là des couleurs prismatiques ou des teintes plus ou moins variées sur la même surface, ce qui produirait une irisation qui nuirait souvent à l'effet pittoresque. Pour avoir une seule couleur, il faut remplir plusieurs conditions qui dépendent des propriétés chimiques des courants et de l'habileté de l'opérateur.

1° Les dépôts de peroxide doivent être successifs et extrêmement minces, afin de ne pas passer brusquement d'une couleur à une autre, c'est-à-dire qu'il faut s'arranger pour avoir successivement toutes les teintes d'une même couleur; dans ce cas, on ne court le risque que d'avoir sur une même surface des teintes assez rapprochées d'une même couleur. On y parvient en prenant pour électrodes négatifs des fils de platine depuis 1 millimètre jusqu'à 1/10 de millimètre. Chaque fil est introduit dans l'intérieur d'un tube de verre, dont l'une des extrémités est fondue à la lampe et le fil coupé ras à cette extrémité, afin d'avoir en dehors du tube une pointe métallique plus ou mois fixe par laquelle le courant débouche; de cette manière, on peut faire circuler dans le liquide un courant produit par une très-petite quantité d'électricité. A l'autre extrémité le fil est fixé avec du mastic, et on lui donne une certaine longueur, afin de le mettre en relation avec le pôle négatif de l'appareil décomposant. On prépare ainsi un certain nombre de tubes, tous en communication avec ce pôle, afin de prendre celui qui convient à l'étendue de la surface soumise à l'expérience. L'électrode négatif étant ainsi réduit aux plus petites dimensions possibles, puisqu'il ne peut avoir que la section d'un fil métallique presque microscopique, le dépôt des couches est graduel. Bien entendu qu'il faut enlever de temps à autre le dépôt de plomb qui, du reste, est peu considérable quand l'action est lente.

Au lieu d'un tube, que j'appellerai tube électrode, souvent on en réunit plusieurs semblables en les accolant les uns aux autres, de manière à ce que toutes les pointes soient dans le même plan, ou bien on introduit dans le même tube un certain nombre de fils de platine, en fermant à la lampe l'extrémité par laquelle ils doivent plonger dans la dissolution. On les coupe à une certaine distance du tube, et on les écarte de manière à avoir un véritable pinceau.

2° Les objets communiquent avec le pôle positif de l'appareil décomposant; quand ils n'ont qu'une étendue de 2 à 3 cent., on se borne à les attacher avec un fil de fer ou un fil de cuivre en relation avec ce pôle, ou bien on tient l'objet avec une pince de fer en relation avec l'appareil, en ayant l'attention de limer fréquemment l'intérieur des branches, afin d'enlever le peroxide déposé, qui, n'étant pas conducteur, empêcherait le courant de circuler. Si l'objet a une certaine étendue, il faut multiplier les fils de communication, afin que le courant débouche par un plus grand nombre de points. On peut saisir aussi l'objet avec une griffe en métal, en la changeant de place, sans quoi les points d'attache ne se coloreraient point. Enfin, plus le nombre des points de contact sera multiplié, plus le dépôt approchera de l'uniformité. S'il s'agit d'une surface carrée de peu d'étendue, on attachera à chaque angle un fil. Si l'étendue est considérable, on fera poser la lame sur deux fils croisés à angle droit, passant par les milieux des côtés. Avec un triangle, les trois angles sont mis en relation avec le pôle positif; avec un cercle, le point d'attache doit être au centre. Enfin, la loi de symétrie, relativement à la position des points de jonction, doit être satisfaite, car c'est le seul moyen de rendre uniforme l'action décomposante du courant.

3° S'il s'agit d'un anneau cylindrique, on placera la pince dans son intérieur et l'on ouvrira les branches en les tenant écartées avec un coin de bois, ou bien on introduira dans l'intérieur un mandrin conique qui permettra, en l'enfonçant plus ou moins, d'appliquer la pièce sur le mandrin mis en relation avec le pôle positif. Si le cylindre est court, on le pose sur un plateau ou un treillage en cuivre communiquant toujours avec le pôle positif, et en ayant le soin d'enlever le peroxide déposé par un moyen que nous indiquerons bientôt. Voilà pour ce qui concerne le mode de communication des objets avec le pôle positif; je vais indiquer comment on doit opérer avec le tube électrode pour arriver à l'uniformité ou à la variété des teintes.

Cet électrode ne doit jamais rester en repos, car le dépôt serait toujours plus abondant dans les points les plus rap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prochés de l'objet. Il est donc indispensable de le promener continuellement au-dessus de la surface à recouvrir, en le tenant toujours sensiblement à la même distance, qui doit être d'autant plus grande que les objets ont moins de surface. C'est le seul moyen de rendre égale la distance entre la pointe métallique et tous les points de la surface, puisque les lignes obliques diffèrent de moins en moins de la perpendiculaire. Cette différence est surtout moins grande à l'égard des creux et des reliefs, qui, sans cette précaution, présenteraient des différences dans leur coloration. Quand les corps ont de grandes dimensions, il faut écarter davantage la pointe de la surface, il faut accélérer le mouvement du tube électrode de manière à porter sans cesse la pointe, s'il s'agit d'un objet plan, du centre à la périphérie; il est des cas où la pointe doit être éloignée de 1 à 2 décimètres de la surface.

On pourrait croire qu'en employant des dissolutions de plombate de potasse plus ou moins étendues, on arriverait plus sûrement au but qu'on se propose, c'est-à-dire à une coloration lente et successive. La théorie l'indiquait effectivement, mais l'expérience a prouvé le contraire : les meilleurs résultats sont ceux obtenus avec la dissolution plombique saturée de potasse marquant 24 à 25 degrés de l'aréomètre de Beaumé à la température ordinaire. Avec des dissolutions moins saturées, les couleurs n'ont pas d'éclat, et sont si lentes à se former, qu'il faudrait un temps considérable pour arriver à toutes les successions de teinte que l'on veut avoir. Le vase dans lequel on opère doit avoir de grandes dimensions dans tous les sens, afin d'être libre dans la manœuvre et de pouvoir écarter les tubes électrodes de la surface des objets autant qu'on le juge convenable en vue des objets que l'on veut produire. La forme cylindrique est la plus convenable, parce qu'elle permet d'obtenir une action régulière en promenant le tube électrode appliqué le long de la paroi intérieure; quand les objets ont de grandes dimensions, le diamètre du vase doit être deux ou trois fois celui de ces objets.

Pour fixer les idées sur la manière de manœuvrer le tube électrode, je citerai quelques exemples. S'agit-il de recouvrir uniformément, non plus la surface supérieure d'une lame carrée, mais les deux surfaces: après avoir établi un conducteur à chacun des quatre angles, on place horizontalement cette lame dans la dissolution et l'on promène le tube électrode à une distance convenable des bords, en maintenant constamment la pointe au niveau de la lame et dans le même plan qu'elle, afin que l'action du courant soit la même au-dessus et au-dessous. Si la pièce a de plus grandes dimensions, après y avoir attaché le nombre de conducteurs convenable, le tube électrode simple ne suffit plus; il faut un tube électrode à deux ou plusieurs branches, dont chaque fil vient aboutir à un autre en communication avec le pôle positif de l'appareil décomposant. Je considère d'abord le tube à deux branches, composé de deux tubes électrodes accolés l'un à l'autre, passés dans un bouchon, afin de pouvoir les faire glisser l'un sur l'autre dans le sens de leur longueur. Les deux bouts soudés sont recourbés à angle droit, d'abord à une distance qui doit être égale au moins à la demi-largeur de l'objet, puis à peu de distance de l'extrémité, afin de mettre les deux pointes sur la même ligne en regard La branche terminale peut avoir seulement un demi-centimètre de longueur; la lame est placée entre les deux pointes, chaque surface à la même distance de la pointe en regard. On peut manœuvrer cet appareil de manière à présenter successivement chaque pointe également vis-à-vis tous les points correspondants de chacune des deux surfaces. Comme la longueur de chaque premier coude est égale à un peu plus de la demi-largeur de l'objet, pour atteindre tous les points, il suffit de faire tourner tout le système autour de cet objet. Nous répétons que l'électrode double ou simple doit être continuellement en mouvement, en ayant soin que chaque pointe soit toujours à égale distance de la surface en regard, sans quoi l'action électro-chimique serait plus forte d'un côté que de l'autre; on remplit cette condition au moyen de la disposition suivante. On fixe sur la paroi supérieure du vase deux petits tubes ou deux baguettes de bois dans une direction parallèle, et l'on place l'objet, si c'est une lame carrée, de manière que deux des côtés soient à égale distance de ces bords. On applique le bord inférieur de la grande courbure du tube supérieur sur l'un des tubes; de cette manière les deux points sont à égale distance des deux surfaces. Si l'on veut opérer régulièrement une surface circulaire, on fait glisser le tube électrode dans l'intérieur d'une spirale horizontale de cuivre, dont le sommet correspond au centre du cercle et dont tous les points

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont également éloignés de la surface supérieure de l'objet.

Veut-on colorer intérieurement une surface hémisphérique, on remplit la capacité de la dissolution, et l'on met en communication le vase avec le pôle positif, en le posant sur une lame de cuivre en relation avec ce même pôle. On immerge le tube électrode de manière à placer la pointe au centre de la section, et on l'y laisse dans une position fixe. Dans ce cas, l'action décomposante du courant est la même sur tous les points de la surface. Avec un vase cylindrique, le tube électrode doit être placé suivant l'axe, et la pointe portée constamment de haut en bas; s'il s'agissait d'une sphère, il faudrait que la pointe fût placée au centre, immobile. On voit que, dans tous ces arrangements, la loi de symétrie est remplie.

Pour être assuré que l'on passe successivement par toutes les teintes intermédiaires, et pouvoir s'arrêter non-seulement à la couleur, mais encore à la teinte que l'on désire avoir, l'immersion du tube électrode ne doit durer que quelques secondes, surtout à l'approche de cette couleur ou de cette teinte. On retire alors la pièce du bain; on juge de l'état de coloration; mais, quand on cesse, il faut immédiatement laver à grande eau et faire tomber sur la pièce un courant d'eau froide, afin d'enlever les moindres quantités de potasse qui altéreraient assez promptement les couleurs.

J'ai à faire connaître maintenant comment il faut opérer pour donner à une surface ou à une portion de surface des couleurs différentes ou des teintes d'inégale intensité, comme cela doit avoir lieu pour colorer les pétales ou autres parties d'une fleur. Il faut, pour cela, partir de ces deux principes : que les dépôts formés sur les lignes terminales sont les plus forts, ainsi que les parties les plus rapprochées de la pointe du tube électrode. Rien n'est plus simple, à l'aide de ces deux principes, et en prenant un certain nombre de fils de communication, d'arriver au but qu'on se propose.

Supposons un cercle représentant la projection horizontale d'une rose, et que l'on veuille colorer en vert la partie centrale, on commence par mettre le tube électrode pendant quelques instants au-dessus de cette partie : la surface se couvrira d'un dépôt qui sera plus fort là que partout ailleurs. Cela fait, on portera le tube bien au-dessus de la première position, pour que l'action soit partout uniforme : le vert se produira dans la partie centrale, tandis que les parties latérales rouges auront une teinte d'autant plus uniforme, qu'elles s'éloigneront du centre. Si l'on veut la nuancer, on promènera le tube électrode en décrivant sensiblement une spirale qui aboutira au centre. Avec une certaine habitude, on parvient à *peindre* une fleur avec les tubes électrodes, simple ou composée, avec toutes ses nuances, de sorte que ces tubes peuvent être comparés, jusqu'à un certain point, à des pinceaux. La perfection des effets produits dépend 1° des connaissances électro-chimiques de l'opérateur; 2° de son adresse; 3° de son talent artistique.

Les objets colorés que j'ai eu l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, quoique ne réunissant pas toutes les qualités que la coloration électro-chimique présentera un jour, donneront cependant une idée du parti que l'on pourra tirer pour l'industrie de l'art dont j'expose ici les principes généraux.

J'omets une foule de détails que l'opérateur trouvera facilement quand il aura acquis une certaine habitude dans les manipulations.

Quand une pièce est manquée, rien n'est plus simple que d'enlever les couches de peroxide, il faut la plonger pendant quelques instants dans de l'acide acétique pour décomposer le peroxide et dissoudre le protoxide, brosser la surface, puis laver.

De l'appareil décomposant.

Pour obtenir tous les effets qui viennent d'être décrits, il faut employer un appareil décomposant, sensiblement à courant constant pendant toute la durée des opérations. Il doit être d'une manœuvre facile, et je n'ai rien trouvé de mieux que des couples composés d'un cylindre de cuivre de 1 décimètre de diamètre, de 1 décimètre et demi de hauteur, d'un cylindre plein de zinc de 2 ou 3 centimètres de diamètre, qu'on amalgame préalablement, et entouré du précédent; chaque couple est placé dans un bocal cylindrique de verre, et mis en relation avec le suivant au moyen des dispositions connues. La pile est chargée avec de l'eau renfermant environ 1/100e d'acide sulfurique. Six couples suffisent ordinairement pour toutes les opérations. On peut en employer moins, mais les résultats les plus satisfaisants m'ont été donnés avec ce nombre.

Il faut toujours que le fil conducteur, ainsi que les diverses parties de communication, soient très-propres, afin de ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas avoir d'irrégularités dans l'action du courant qui gêneraient l'opérateur.

On s'aperçoit que le courant a une trop forte intensité quand, au lieu de peroxide anhydre, on voit apparaître le peroxide hydraté jaune; il faut alors y remédier, car toute coloration cesse.

De l'altération des couleurs et des moyens de la prévenir.

Les couleurs produites par le dépôt de couches minces de peroxide de plomb s'altèrent-elles plus ou moins promptement à l'air, suivant les métaux sur lesquels elles sont déposées? C'est un point important à examiner pour les applications aux arts : je vais indiquer les causes qui déterminent cette altération, ainsi que celles qui peuvent l'empêcher, ou du moins en atténuer les effets. Les observations que je vais présenter sont relatives à la coloration sur or, parce qu'elle est produite uniquement par les couches successives du peroxide de plomb non mêlé ou combiné avec d'autres oxides.

Toutes les causes qui décomposent le peroxide de plomb altèrent nécessairement cette substance; ainsi, les acides et les alcalis font passer le peroxide à un état d'oxidation moindre, pour se combiner avec le protoxide. On doit donc éviter de laisser les objets colorés exposés aux émanations acides ou ammoniacales qui, en décomposant le peroxide de plomb, altéreraient les couleurs. Le seul moyen d'empêcher le contact des émanations acides ou ammoniacales, est de placer les objets sous verre, ou bien de recouvrir leur surface d'un vernis transparent, résistant, et qui, en s'opposant à l'action des vapeurs, n'altère que le moins possible leur couleur. Le choix du vernis est donc d'une grande importance pour la conservation des objets colorés.

J'ai fait à ce sujet un grand nombre d'expériences, qu'il est inutile de rappeler ici, pour étudier les qualités de tous les vernis dont je pouvais disposer. Voici les principaux faits observés : le meilleur vernis serait, sans aucun doute, celui qui, étant saturé d'oxigène, n'en enlèverait pas au corps qu'il recouvre. Or, aucun vernis ne possède cette propriété; on est donc forcé de prendre celui qui est le moins altérable à l'air.

On distingue quatre espèces de vernis : 1° vernis à l'alcool; 2° vernis à l'essence de térébenthine; 3° vernis à l'huile de lin, et 4° vernis à l'huile de lin lithargirée; les résines employées pour faire les deux premiers étant ou la gomme laque ou la gomme copal. Les trois premiers vernis ne peuvent convenir, car ce sont ceux qui altèrent le plus les couleurs. Le quatrième les altère aussi, mais moins, surtout quand il est saturé de litharge, parce qu'alors il est moins disposé à réagir sur le peroxyde Voici la composition de ce vernis : dans un pot vernissé on met 1/2 litre d'huile de lin, de 4 à 8 grammes de litharge en poudre fine, 2 grammes de sulfate de zinc, et l'on chauffe à une chaleur modérée pendant plusieurs heures. Quand la dissolution de l'oxide de plomb est faite, on filtre pour séparer la litharge excédante. Si l'huile s'est trop épaissie, on la dissout avec de l'essence de térébenthine qu'on a fait bouillir préalablement dans un ballon sur la litharge, pour enlever l'acide succinique qui pourrait s'y trouver, lequel altérerait les couleurs. Le vernis préparé, on l'étend sur la pièce en couche très-mince avec un pinceau, et on le fait sécher à une douce température. Quand la pièce est très-sèche, on met une seconde couche et l'on fait également sécher. A la première application du vernis, voici les effets que l'on observe : le bleu du second ordre disparaît, de sorte que le vert bleuâtre devient vert-jaune; le jaune et le rouge changent très-peu. Quant aux couleurs du troisième ordre, surtout le vert foncé, elles restent intactes.

De sorte qu'au moyen du vernis, les pièces sont tout à fait préservées. Quand on veut obtenir et conserver les couleurs du deuxième ordre, à l'exception du vert bleuâtre, du vert-pré, il faut, dès l'instant qu'on a passé le vert bleuâtre et que le vert-jaune commence à paraître, s'arrêter, laver, faire sécher, mettre le vernis; alors la couleur est préservée. Il faut dire que ce vernis ne jouissant pas d'une transparence parfaite, puisqu'il est coloré en brun, les couleurs perdent de leur éclat, mais gagnent en solidité. On peut se demander pourquoi les couleurs du troisième ordre sont plus facilement preservées que celles du deuxième, et surtout du premier. On pourrait croire que les couches de peroxide, étant plus épaisses, sont préservées plus facilement; mais alors la première couche disparaissant, on devrait voir la couche qui précède, ce qui ne paraît pas être. Au surplus, la disparition du bleu du second ordre nous montre une action particulière du vernis, qu'il est bien difficile d'expliquer *à priori*. Je dis *à priori*, parce que les couches de peroxide de plomb sont si minces, qu'on ne peut analyser les effets produits. On ne peut qu'observer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces effets, les décrire en s'appuyant sur les données que la physique et la chimie nous fournissent. MM. Lefranc, habiles fabricants de vernis, ont eu la bonté de me préparer un vernis gras à la gomme copal, qui, loin d'altérer le bleu produit sur le cuivre platiné, lui donne au contraire plus d'éclat, du moins pour certaines teintes. Ce vernis est le plus résistant que l'on connaisse.

De la coloration des pièces en cuivre, en platine, en argent, maillechort, laiton, en fer ou acier.

Tous les effets de la coloration que je viens de décrire ont été produits sur l'or ou le cuivre doré; ces effets ont lieu, quelle que soit l'étendue des surfaces; mais il n'en est pas de même du laiton et quelquefois du cuivre rouge : il s'opère au commencement un phénomène dont je ne connais pas bien la cause, quoique je sois parvenu au moyen de m'en garantir.

Laiton. — Quand la pièce est petite (1 ou 2 centimètres de superficie), la coloration s'opère dès que le circuit est fermé, et d'autant plus rapidement que la surface est petite; mais quand elle est plus grande, la pièce reste brillante pendant plus longtemps, et conserve même son éclat. La surface se trouve donc dans un état passif analogue à celui qu'on fait acquérir au fer par différents moyens, puisqu'il ne s'opère aucun effet de coloration. Cet état apparent de passivité que présentent également d'autres métaux, est-il dû à un simple dépôt d'oxigène sur la surface, ou à une couche d'oxide de cuivre qui se forme avant la formation du peroxide de plomb? Les faits qui vont suivre laisseront entrevoir la cause du phénomène. L'état apparent de passivité est indiqué par un dépôt abondant du plomb sur l'électrode négatif, ce qui s'explique facilement, puisqu'il ne se forme pas de peroxide.

L'expérience ayant appris qu'une très-petite surface se colore immédiatement, il s'ensuit qu'elle acquiert la modification nécessaire pour que le phénomène ait lieu. Cela posé, on peut faire acquérir à de grandes surfaces de laiton cette modification, pour que la coloration s'opère comme sur de petites surfaces. Il faut pour cela plonger d'abord dans la dissolution alcaline une petite portion de la surface, qui se colore aussitôt, et continuer à immerger les parties voisines jusqu'à ce que toute la pièce soit en contact avec le liquide.

La modification qu'acquiert alors la pièce est indiquée par un nuage fugitif qui recouvre toute la pièce, et dont on ne peut définir la couleur, tant elle est fugace; mais ce qu'il y a de particulier et de non moins étonnant, c'est que la première partie plongée qui s'est colorée presque entièrement, perd sa couleur et reprend sensiblement celle du métal, sans qu'il soit possible de la recolorer; une fois le nuage étendu comme une ombre sur toute la surface, en très-peu d'instants on voit toutes les phases de la coloration se produire telles qu'elles ont été décrites précédemment, et dont les couleurs rivalisent pour l'éclat avec ce que l'or le plus poli nous a offert de mieux. Il n'est question, bien entendu, ici, que de la coloration analogue à celles obtenues sur l'or et le cuivre doré, et non de la coloration dont les teintes ont un aspect vineux que l'on obtient sur de grandes pièces, qui restent longtemps en expérience.

Quand on veut colorer une pièce ayant de certaines dimensions, en suivant la marche que je viens d'indiquer, on la pose sur un plan incliné plongeant dans la dissolution et le long duquel on la fait descendre lentement. Au moyen de cette disposition, il n'y a à chaque instant, en contact avec la liqueur, qu'une petite portion de la surface non encore soumise à l'action voltaïque. On serait porté à croire, en raison des effets produits, que si l'on augmentait les dimensions de l'électro-négatif, on rendrait promptement active une grande surface; mais il n'en est rien; car, que cet électrode soit grand ou petit, la surface positive, quand elle a une certaine étendue, reste toujours passive, de sorte que pour la rendre active il faut suivre la marche que je viens d'indiquer. Quant à la véritable cause du phénomène, je ne l'ai pas encore aperçue; seulement, comme les couleurs sont plus stables sur le laiton que sur l'or, il est probable qu'il se forme une combinaison ou peut-être un mélange d'oxide de cuivre et de peroxide de plomb que des recherches ultérieures feront connaître. En attendant je dirai que parmi les couleurs obtenues, il y a, dans le second ordre, un jaune comparable à celui de l'or, et qui, dans quelques cas même, paraît identique.

Le cuivre rouge prend aussi quelquefois l'état passif, mais moins fréquemment que le laiton.

L'argent n'est jamais passif quand sa surface est préparée en suivant toutes les indications que j'ai données; mais sa coloration ne ressemble en rien à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle des autres métaux. Quoique l'on puisse suivre les différents ordres des anneaux, attendu que ce métal éprouve promptement une oxidation qui donne une teinte jaunâtre vineuse à toutes les couleurs, quand la surface est parfaitement polie, et que le courant n'est pas assez intense pour altérer bien sensiblement l'argent, alors on peut obtenir des couleurs assez vives.

Le platine et surtout le cuivre platiné se colorent des plus riches couleurs bleues que l'art, je crois, puisse produire. Tout porte à croire que l'oxidation du platine intervient dans la production de ces couleurs, qui serait le résultat de la combinaison ou du mélange d'un oxide de platine et de peroxide de plomb; c'est un point qui sera ultérieurement traité : bien que le bleu soit la couleur dominante, neanmoins, on obtient plusieurs couleurs des diverses séries des anneaux colorés. Les violettes et les bleuets qui se trouvent parmi les objets que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie montreront, je crois, jusqu'à quel point la couleur bleue dont il est question approche de celle des fleurs naturelles.

Le maillechort, frotté à sec avec de la ponce très-fine et une brosse, se colore très-bien, sans que sa surface devienne passive, du moins dans la plupart des cas. Quand sa surface est polie on peut y developper de très-belles couleurs.

L'acier poli se colore facilement quand sa surface a été préparée convenablement. On retrouve les diverses teintes qu'il prend quand on le chauffe, outre les tons qui dépendent des dépôts successifs de couches de peroxide.

Conclusion.

Les détails dans lesquels je suis entré, tant sur l'analyse des effets de colotion que sur les moyens pratiques à l'aide desquels on peut les appliquer à l'industrie, suffisent, je l'espère, pour mettre à même les personnes qui voudront s'en occuper, de le faire sans éprouver de trop grandes difficultés. En terminant, je comparerai les effets que j'ai observés avec les effets électrochimiques de Nobili, dont il a été fait mention au commencement de ce Mémoire, en m'attachant particulièrement à ceux qu'il a obtenus avec l'acétate de plomb, me proposant d'examiner dans un autre Mémoire les effets résultant de la réaction des autres dissolutions. Pour obtenir les anneaux colorés concentriques, plus ou moins rapprochés, sur une lame d'or rendue positive. Nobili avait employé une dissolution neutre ou sensiblement neutre d'acétate de plomb. Il a bien rapporté le fait, mais sans chercher à l'expliquer. Ces anneaux devaient disparaître promptement aussitôt que l'acide acétique devenait libre, en raison de la réaction que cet acide exerce sur le peroxide de plomb; mon mode d'expérimentation et les effets obtenus sont différents. La dissolution que j'emploie est alcaline et ne pourrait être autre, parce qu'il faut que l'oxide de plomb qui se porte au pôle positif en se peroxidant, joue, relativement à la potasse, le rôle d'acide, pour que l'adhérence soit aussi forte que possible, ce qui ne saurait avoir lieu en opérant avec l'acétate de plomb ou autre sel de plomb, par la raison que l'oxide se comporte comme base. D'un autre côté on a toujours des anneaux colorés dans les expériences de Nobili, tandis qu'avec mon mode d'expérimentation, on peut obtenir des teintes uniformes, durables et très-adhérentes, sur des surfaces d'une certaine étendue. Nobili a cherché les anneaux colorés, et moi je les évite. Il n'y a réellement de commun entre les anneaux colorés électro-chimiques de Nobili et les phénomènes de coloration dont il est question ici, qu'en ce que les uns et les autres sont produits par des lames minces.

Dans un troisième Mémoire, j'exposerai les effets divers obtenus en opérant sur des lames de cuivre ou d'un autre métal, recouvertes d'une couche métallique ou d'oxide, afin de montrer jusqu'à quel point on peut varier les effets qui viennent d'être décrits; enfin, je n'omettrai rien de ce qui pourra éclairer le nouvel art dont je cherche à poser les bases.

Technologie de la garance.

Par M. J. Girardin,

Professeur de chimie à l'École municipale de Rouen et à l'École d'agriculture et d'économie rurale du département, président de la Société centrale d'agriculture de Rouen, correspondant de l'Institut royal de France, etc.

(Suite.)

IV. *Nouveaux produits commerciaux de la garance.*

Depuis 1836, on trouve dans le commerce deux produits nouveaux fabriqués avec la garance et qui sont destinés à la remplacer dans les opérations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de teinture et d'impression. L'un est désigné sous le nom de *garancine*, l'autre sous celui de *colorine*.

A. La *garancine* est sous la forme d'une poudre de couleur chocolat plus ou moins claire, sans odeur et sans saveur bien marquées, ne colorant aucunement la salive ni l'eau froide, même par un contact prolongé.

Cette garancine n'est autre chose que le *charbon sulfurique* de MM. Robiquet et Colin (1), dépouillé de toute trace d'acide par des lavages convenables et répétés. Un brevet d'invention de dix ans a été pris, le 26 mars 1828, par MM. Lagier, négociant; et Robiquet et Colin, professeurs de chimie, pour la fabrication et la vente de ce nouveau produit. Comme la spécification de ce brevet, qui renferme la description du procédé de fabrication de la garancine, n'a été publiée dans aucun ouvrage scientifique, je crois devoir la reproduire ici.

« Le véritable problème à résoudre pour l'art de la teinture, disent les brevetés, est de pouvoir mettre à profit toute la matière colorante de la garance, et de la débarrasser des corps étrangers susceptibles d'en ternir l'éclat et de la retenir dans des combinaisons différentes de celles qu'elle doit contracter avec les mordants : or, la garance, telle que la nature nous l'offre, contient la matière colorante sous divers états. Ainsi, dans le bain du teinturier, elle se divise en deux portions, dont l'une est ou dissoute, ou en suspension dans l'eau, tandis que l'autre demeure fixée dans le résidu ligneux. En traitant par la méthode ci-dessous désignée, le résidu épuisé et considéré généralement comme de nulle valeur, on en tire une quantité de matière colorante au moins aussi considérable que la première fois. En outre, il s'en faut de beaucoup que la portion que l'eau en entraîne, ou en solution ou en suspension, puisse être attirée par le mordant des étoffes que l'on y plonge; une grande partie demeure dans le bain, où elle se trouve combinée avec des substances qui la retiennent avec assez d'énergie pour n'en plus céder aux mordants au delà d'un certain terme, c'est-à-dire quand elles n'en possèdent que le minimum de la quantité que comporte leur affinité pour elle.

» Plusieurs causes concourent donc, comme on voit, à la perte d'une grande quantité de matière colorante, et on peut affirmer qu'il y en a plus de perdue que d'employée. Ainsi, il s'agit de mettre cette matière colorante à nu, et de soustraire tous les corps qui pourraient la retenir malgré l'affinité des mordants. On arrive à ce résultat au moyen de l'acide sulfurique concentré et employé à haute dose; mais cette méthode exige trop d'habitude et trop de précautions pour devenir la base d'une fabrication en grand, car la moindre négligence dans la préparation, la plus petite variation dans la température ambiante apporte de trop grandes différences dans les résultats pour que l'on puisse compter sur ce procédé et en assurer le succès. Des modifications étaient donc indispensables, et d'abord on a cherché à modérer l'action énergique de l'acide, soit en diminuant la quantité, soit en l'employant à un moindre degré de concentration; enfin, en cherchant, dans tous les cas, à compenser son défaut d'énergie par l'action auxiliaire d'une température plus ou moins soutenue, plus ou moins élevée; mais, dans tous les essais, on a reconnu que la matière colorante demeurait enveloppée d'une substance particulière qui nuisait à ses effets et rendait ses combinaisons moins intimes. Cette substance, appelée *matière verte*, que l'on est parvenu à isoler, entrave en quelque sorte les molécules colorantes et les accompagne toujours dans leurs combinaisons avec les mordants; c'est l'acide lui-même qui rend cette matière insoluble et qui la maintient dans le résidu ligneux. Il est donc indispensable de pouvoir l'éliminer avant de faire réagir l'acide, et c'est à ce perfectionnement bien important qu'on est arrivé en faisant précéder l'emploi de l'acide d'un simple lavage aqueux, qui entraîne non-seulement cette matière verte, mais encore le sucre, le mucilage et tous les autres corps solubles, résultat d'autant plus avantageux qu'il permet non-seulement de diminuer la proportion d'acide, mais encore qu'il rend son action beaucoup moins éventuelle.

» Ce premier point établi, restait à trouver la juste proportion d'acide nécessaire, et à se fixer sur la matière la plus convenable de l'employer. On a reconnu que, si l'on modérait trop la proportion d'acide, cet acide laissait une certaine quantité de matière colorante engagée dans la fibre végétale, où elle se trouvait fixée au moyen des sels calcaires qui lui servaient de mordants. Il faut donc employer une assez grande quantité d'acide pour mettre à nu, sinon

(1) Société industrielle de Mulhausen, t. I, p. 162.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toute la matière colorante, au moins toute la quantité qu'il est possible d'y mettre.

» On a avancé à tort que l'acide seul et sans lavage préliminaire suffisait, même à petite dose, pour dégager la matière colorante de ses entraves, et que le principal service qu'il rendait était de transformer la gomme en sucre; il n'en est point ainsi, et la meilleure preuve qu'on en puisse donner, c'est que la garance qui a subi ce traitement ne fournit que de mauvais résultats en teinture; la matière colorante est engagée dans des combinaisons qu'il faut détruire; c'est là la véritable fonction de l'acide, et ce qui nécessite son emploi à forte dose.

» Il résulte de ces observations et considérations, qu'on a obtenu, pour la teinture, un mode invariable dans ses résultats, et de plus facile exécution, qui présente tous les avantages que les indienneurs ont reconnus au *charbon sulfurique*, et qui obvie à la difficulté qu'ils ont éprouvée à l'obtenir d'une manière constante.

» PROCÉDÉ. On délaye la garance dans 5 à 6 parties d'eau froide, et on la laisse macérer du soir au lendemain, afin de donner le temps à la portion de matière colorante qui se dissout d'abord de pouvoir se précipiter ensuite, comme cela arrive dans la coagulation spontanée de la gelée; alors on jette le tout sur des toiles, et quand le marc est suffisamment égoutté, on le soumet à la presse, puis on le reprend pour le délayer de nouveau dans une semblable quantité d'eau; on remet immédiatement à la presse, et on réitère encore une fois cette même opération.

» Lorsque ces trois lavages sont terminés, on délaye ce marc encore humide et bien écrasé avec une demi-partie d'acide sulfurique, eu égard à la quantité primitive de garance employée; mais il faut que cet acide soit étendu de plus ou moins d'eau, suivant la température, et seulement au moment de l'employer, afin de mettre à profit la chaleur qui se dégage pendant le mélange. Cet acide, ainsi étendu, est donc versé tout chaud sur la garance, puis on brasse le tout avec autant de rapidité que possible, et quand on juge que le mélange est bien opéré, on élève la température à 100°, et on la maintient à ce degré pendant une heure environ. Au bout de ce temps, la matière est délayée de nouveau dans une quantité convenable d'eau, filtrée et lavée sur les toiles jusqu'à ce que le liquide sorte parfaitement insipide. Alors on soumet la matière à la presse, puis on la fait sécher et passer au tamis.

» Dans cette opération, l'acide n'a subi d'autre altération que de s'affaiblir et de se charger de quelques sels calcaires, ce qui ne l'empêche pas d'être propre à la fabrication du sulfate de soude; on pourra peut-être utiliser aussi le premier lavage aqueux, qui contient beaucoup de matière sucrée qu'on peut facilement transformer en alcool (1). »

La garancine fut d'abord mise dans le commerce, vers 1829, par la maison Lagier et Thomas, d'Avignon, qui s'était rendue acquéreur du procédé et du brevet de Robiquet et Colin; mais ce produit ne fut pas recherché des industriels. L'état de neutralité sous lequel on livrait la garancine n'apportant aucune correction aux eaux ordinairement calcaires employées dans nos fabriques de Rouen, et l'action de leur alcali sur la matière colorante de la garancine n'étant pas bien appréciée, il en résulta des essais en grand qui furent loin de répondre à ceux faits en petit, et qui jetèrent un grand discrédit sur cette matière. Ce n'est que plus tard, en 1832, qu'éclairée par les avis des chimistes, la même maison d'Avignon fit recommencer des essais sur cette substance, qui, ayant donné des résultats satisfaisants, firent penser que son emploi pourrait devenir important. A cette époque, les genres d'indiennes garancés en vogue, étant très-foncés et exigeant un ton vigoureux en teinture, ne purent cependant pas être faits avec la garancine; la grande quantité de matière colorante qu'ils exigeaient empêchait son emploi dans la proportion du prix. Mais, en 1835, l'émission de certains genres d'indiennes nécessitant beaucoup de vivacité dans les couleurs, l'attention des fabricants fut attirée de nouveau vers la garancine, et son emploi fut généralement reconnu bon.

Beaucoup de personnes, prévoyant dès lors que la consommation pourrait en devenir très-importante, songèrent à la fabriquer, et, à l'expiration du brevet de Robiquet concédé à la maison Lagier et Compagnie, en 1838, plusieurs établissements furent élevés à cette intention; l'un d'eux, à Rouen, par un sieur Busnot, et les autres à Avignon. Le défaut d'expérience dans cette fabrication, joint aux inconvénients inhérents à une première création, firent que ces premiers producteurs

(1) Description des brevets expirés, tome XXXVII, page 92.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'obtinrent d'abord que des produits imparfaits, et que quelques-uns durent cesser ce genre d'industrie. Mais, au bout de peu de temps, excités par les besoins du commerce et éclairés par l'expérience de leurs prédécesseurs, des négociants reprirent cette branche de fabrication, et on compte aujourd'hui de douze à quinze fabricants de garancine à Avignon, et un ou deux en Alsace.

Les fabricants d'Avignon emploient les garances du Comtat seules pour obtenir leurs produits; ceux d'Alsace sont, dit-on, obligés d'ajouter un peu des premières aux garances de leur pays pour augmenter la quantité de colorant de leur garancine.

C'est à partir de 1839 que cette matière a commencé à être employée d'une manière courante dans plusieurs fabriques de Rouen, notamment chez MM. H. Barbet, Girard, Schlumberger-Rouff, Hazard, Prosper Pimont, etc. M. Schlumberger-Rouff fabriquait alors lui-même la garancine qu'il employait; voici le procédé qu'il suivait :

Après avoir broyé la garance, déjà en poudre, sur une table, à l'aide d'un gros rouleau en bois à deux poignées (comme celui des pâtissiers), on la mettait dans une bassine en plomb, puis on l'humectait avec un peu d'eau, et on versait par-dessus moitié en poids d'acide sulfurique à 66°, pendant que deux hommes remuaient continuellement la masse avec des pelles en tournant autour de la bassine. Quand le brûlage était terminé, on faisait cinq ou six lavages à l'eau dans les barriques, on faisait égoutter le produit sur des toiles, et on le faisait sécher dans une chambre-étuve chauffée à la vapeur. On le broyait ensuite dans un moulin à eau, du système des moulins à poivre ou à café. Cette garancine était très-acide, et ne pouvait pas servir pour les violets. Elle revenait à 3 fr. 75 le kilogramme.

Dans l'origine, la garancine valait 6 fr. le kilogramme. Depuis trois ans le cours a été, sans distinction de provenance, de 4 fr. 50 à 5 fr. le kilogramme, avec un escompte de 6 pour 100.

Jusqu'ici les garancines n'ont pu être classées par qualité. Chaque fabricant cherche à obtenir les meilleurs produits sous le rapport de la quantité de matière colorante et sous celui de la vivacité des nuances à l'œuvre ; mais l'impureté des matières premières, et la négligence des soins minutieux que la fabrication exige, rendent les produits d'une même fabrique quelquefois très-différents. Aussi rencontre-t-on dans le commerce des garancines rendant quatre fois la valeur de la matière colorante de la garance qui a servi à les obtenir, tandis que d'autres ne donnent que 2 1/2.

Ce défaut de régularité tient autant au plus ou moins de richesse des garances employées, qu'aux opérations nécessaires pour les amener à l'état de garancine; il faut si peu de chose pour brûler trop ou trop peu une garance, qu'il est de toute impossibilité d'avoir une garancine identique pendant une année. C'est à peine si, dans les grandes fabriques, on peut faire des séries de 15 à 20 barriques à peu près semblables, et encore pour cela on est obligé de traiter à la fois toute la masse de racines nécessaire pour faire cette série.

Terme moyen, les bonnes garancines possèdent une richesse tinctoriale trois fois plus grande que les bonnes garances.

On n'a pas adopté pour les garancines le même mode de classification que pour les garances; on ne les distingue que par le nom des fabricants. Les fabricants d'Avignon qui expédient leurs produits à Rouen, sont : MM. Lagier, Julian, Foulc frères (garancine dite de l'Étoile), J. Gindre (garancine dite du Soleil), Isnard, Clauzeau frère et fils, A. Dupuis, Bastet, Lazare Amie, Pousel, Jouve, Delorme, Imer, A. Félix. Les quatre premiers jouissent en ce moment d'une préférence marquée. — Une seule maison d'Alsace, M. Sengenwald, a un dépôt à Rouen.

La garancine des deux pays est expédiée, par terre, en fûts de 2 à 300 kil. Celle d'Avignon vient en fûts de bois blanc garnis intérieurement de papier bleu et enduits de goudron aux jointures qui forment les fonds avec les douves. Celle d'Alsace est en fûts de chêne.

Depuis trois ans, la consommation de la garancine a été assez régulière, et on peut l'évaluer, en moyenne, de 16 à 1800 barriques par an pour la garancine d'Avignon, et de 4 à 600 barriques pour celle d'Alsace.

Avant l'introduction de ce produit tinctorial dans nos fabriques, on consommait annuellement, à Rouen, de 3,200 à 3,300 barriques de garance d'Avignon, et environ 1,000 barriques de garance d'Alsace. Depuis, on ne consomme plus, année commune, en prenant pour base les opérations des trois dernières années, que 2,000 barriques de garance d'Avignon et 200 barriques d'Alsace. Cette diminution de près de moitié dans la consommation de la garance est plus que compensée par celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la garancine, qui est adoptée par tous les indienneurs. Les teinturiers ne s'en servent pas encore, et teignent toujours avec la garance et les alizaris. Toutefois la consommation de ces derniers est à peu près nulle depuis 5 à 6 ans, puisqu'on peut l'évaluer de 5 à 600 balles de toutes provenances par chaque année.

S'il résulte un avantage pour l'industrie de la substitution de la garancine à la garance dans les fabriques d'indiennes, elle fait éprouver au commerce et à la navigation une perte assez sensible. Voici à cet égard les réflexions que nous soumettait dernièrement M. Cardinne, syndic des courtiers de Rouen, qui a bien voulu nous fournir la plupart des chiffres indiqués dans cet article.

« Pour le commerce de place, il ne peut plus exister de ces transactions que faisaient naître les apparences plus ou moins favorables de chaque récolte. Le nouveau produit n'offre aucune chance à la spéculation; il faut qu'il parvienne directement du producteur au consommateur par le seul intermédiaire du commissionnaire. Toutes les tentatives qui ont été faites pour faire passer ce produit par les mains des négociants ont été infructueuses. La difficulté de reconnaître sa qualité, la crainte qu'inspire le caprice du consommateur, qui lui fait repousser comme inférieure une garancine reconnue par d'autres, et souvent par lui-même, comme excellente, forcent tous les commerçants à s'abstenir de toucher pour leur compte à cet article.

» Ainsi que j'ai l'honneur de vous le dire, le transport de toutes les garancines s'opère par la voie de terre. Ce sont donc 2,000 tonneaux de marchandises, ou le chargement de près de 20 navires, enlevés à la navigation du grand cabotage; et si vous considérez cette foule d'individus qui concourent à la construction, l'installation, la mise à la mer, assurances, droits de navigation, équipage, chargement et déchargement de ces vingt navires, vous reconnaîtrez comme moi que cette invention, très-belle peut-être sous le rapport de la science, manque, sous le point de vue d'économie politique, de tous les avantages que présentait le produit qu'elle remplace. »

Voici comment la garancine se comporte avec les dissolvants :

Eau distillée froide.	Après 24 heures de contact, elle n'a qu'une teinte jaunâtre faible.
— — bouillante.	Elle acquiert une teinte jaune rougeâtre faible.
— calcaire froide.	Après 24 heures, elle est moins colorée que l'eau distillée froide.
— — bouillante.	Teinte un peu plus faible que l'eau distillée bouillante.
— de chaux froide	Après 24 heures, teinte plus faible que l'eau distillée bouillante et que l'eau calcaire bouillante.
— acidulée par l'acide sulfurique.	Prend au bout de quelques heures une teinte légèrement jaune verdâtre.
— — par l'acide chlorhydrique. . .	*Id.* une teinte un peu plus foncée.
Eau distillée froide acidulée par l'acide azotique.	*Id.* une teinte un peu plus foncée, et la poudre de gris noirâtre devient d'un rouge brunâtre, ressemblant à de la garance brunie par le temps.
— — par l'acide acétique.	Se colore à peine en jaune.
Acide acétique à 10°.	Prend, au bout de plusieurs heures, une belle couleur rougeâtre.
Ammoniaque caustique.	Se colore immédiatement en rouge, et, après 24 heures, la liqueur est très-fortement colorée en rouge cramoisi si intense, qu'elle n'est plus transparente en grande masse.
Eau légèrement alcalisée par l'ammoniaque.	Prend immédiatement une belle couleur rouge de vin de Bordeaux.
Soude caustique.	Se colore en brun rougeâtre foncé.
Eau chargée de carbonate de soude.	Prend promptement une couleur rougeâtre de vin de Bourgogne clair.
Eau d'alun froide.	Se colore presque immédiatement en rouge de chrôme.
— — bouillante.	Prend immédiatement une couleur rouge plus foncé, et dépose par le refroidissement des flocons de même couleur, mais plus pâle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Alcool à 33°.	Prend assez rapidement une légère couleur jaune rougeâtre.
Éther hydratique.	*Id.* *Id.*

Le garançage avec la garancine se fait absolument comme celui de la garance. Il est plus avantageux toutefois de porter de suite le bain à + 45° pour monter ensuite graduellement jusqu'à + 75 ou 80°. Ce n'est guère qu'à la température de l'ébullition que la garancine cède sa couleur au tissu mordancé. L'eau du bain ne prend aucune couleur, même après l'ébullition qui termine toujours le garançage.

Les mordants sont les mêmes que ceux qui servent à la teinture pour la garance.

On ajoute quelquefois au bain, pour certains genres où il n'entre pas de violet, du sumac, environ le tiers de la garancine employée. D'autres fois, pour les fonds rouges, par exemple, on quercitronne les pièces avant le garançage, ce qui donne beaucoup de vivacité au rouge, mais rend le violet gris.

La proportion de garancine employée pour le garançage des indiennes varie considérablement suivant l'intensité des nuances voulues, et la quantité de couleur nécessitée par le dessin. Ainsi, on emploie de 0k,50 à 2k,50 par pièce de 70 mètres, selon les dessins et les genres.

Lorsque les garancines sont neutres, et que les eaux sont calcaires, ce qui est général en Normandie, on corrige les eaux par l'addition au bain d'une proportion variable d'acide sulfurique, acétique ou oxalique. 1 centilitre d'acide sulfurique à 4° pour 9 litres d'eau, ou 15 centigrammes d'acide oxalique par litre d'eau; telles sont généralement les doses d'acide ajoutées au bain de teinture. Quand on met du sumac, on n'emploie pas d'acide.

Il y a des garancines mal lavées et acides qu'on est dans la nécessité d'additionner de craies ou de carbonates alcalins, pour faire disparaître le trop grand excès d'acide qui serait nuisible. Mais, autant que possible, on évite la craie et les alcalis.

Le grand avantage de la garancine, c'est qu'elle ne *charge* pas les blancs, et que le blanchiment des garancés est réduit à fort peu de chose par ce moyen. Lorsque les genres que l'on traite n'exigent pas un blanc très-pur, on se contente de battre et de dégorger suffisamment les pièces après le garançage. Quand on veut un blanc parfait, on leur donne un passage en son pendant 15 à 20 minutes. Il n'y a pas d'autre avivage que l'eau chaude ou le son. Sous ce rapport, la garancine a donc un très-grand avantage sur la garance qui couvre tous les blancs, et qui nécessite après la teinture des savonnages et avivages plus ou moins répétés.

Les nuances obtenues avec la garancine sont généralement plus brillantes et plus vives que celles fournies par la garance. Le *rouge* est vif, de couleur carmin, d'une pureté extraordinaire, tandis que le rouge garance mis à côté est toujours un peu jaune ou fauve et terne, mais par contre plus nourri. Les *puces* et *grenats* garancine sont beaucoup plus veloutés et plus corsés que ceux de garance. Les *violets* sont moins tendres, moins délicats et plus gris qu'avec cette dernière. Toutes les nuances sont moins solides et ne peuvent supporter les passages en savon, aussi nécessitent-elles beaucoup de ménagement dans l'avivage. Elles résistent moins à l'air et au soleil.

Au reste, toutes les garancines ne donnent pas les mêmes nuances avec la même richesse et le même éclat. Telle espèce fait de beau rouge, mais de vilain violet; telle autre donne du puce ou du violet magnifique, et fournit un rouge brun et terne.

C'est par les indienneries normandes que l'usage de la garancine a d'abord été adopté. Les fabricants d'Alsace ont longtemps repoussé ce produit, et ce n'est guère que depuis deux ans qu'ils s'en servent à l'imitation des Rouennais.

M. Léonard Schwartz, de Mulhausen, vient de livrer tout récemment au commerce une garancine preparée avec les résidus de garance qui a déjà servi à la teinture. Cette matière, qu'il nomme très-improprement *garanceux*, a une valeur tinctoriale beaucoup moindre que la bonne garancine d'Avignon. Il en faut 3 1/2 et même 4 parties pour équivaloir à une partie de cette dernière. Son prix d'achat est de 2 fr. 25 c. le kilogramme.

B. La *Colorine* du commerce n'est autre chose que le résidu de la distillation des teintures alcooliques provenant du traitement du charbon sulfurique par l'esprit de vin. Le résidu, qui consiste en *alizarine* souillée encore d'un peu de matière grasse, est sous forme d'extrait quand on le retire de l'alambic. On le delaye dans un peu d'eau, et on le soumet à la presse pour en séparer autant que possible la ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tière grasse. On le réduit ensuite en poudre quand il est sec. C'est là *l'extrait alcoolique du charbon sulfurique* de Robiquet et Colin (1), que MM. Lagier et Thomas d'Avignon mirent dans le commerce, en 1836, au prix de 75 f. le kilogramme.

Ce produit est sous la forme d'une poudre très-fine, de couleur jaune d'ocre, sans odeur ni saveur très-marqués; humectée, elle tache fortement les doigts en jaune, mais elle colore à peine la salive. Elle offre tous les caractères chimiques que Robiquet et Colin ont assignés à leur alizarine.

Les espérances que ces savants chimistes avaient exprimées, dès 1827, sur la possibilité d'utiliser l'alizarine pour obtenir des couleurs d'application, ont été réalisées, en 1837, à Rouen, par M. Pariset, alors chimiste de la fabrique de MM. Reer, Dolffus et compagnie de Dieppedale, et ancien élève de M. Chevreul, en 1838, et simultanément par M. Gastard, chimiste de M. Stackler, et M. Daniel Fauquet-Delarue, fabricant d'indiennes à Déville, et l'un de mes anciens élèves. Dissoute dans l'ammoniaque, et la liqueur étant épaissie avec de la gomme, la colorine fournit, en effet, par l'impression sur coton mordancé en alumine et le passage en vapeur, des couleurs rouges et roses qui ne le cèdent en rien aux rouges et roses garancés. Un brevet d'invention pour 15 ans fut pris le 24 novembre 1837, par M. Stackler pour l'exploitation des procédés d'application de M. Gastard, mais le haut prix de la colorine de MM. Lagier et Thomas empêchèrent leur adoption dans les fabriques. Il en fut de même des procédés de M. Daniel Fauquet, qui obtint en grand des rouges plus intenses, plus riches que ceux de M. Gastard. Un autre avantage des procédés de M. Fauquet, c'est qu'il pouvait *rentrer* son rouge sur des fonds noirs teints au campêche et autres, et ce rouge, pour être vif et brillant, n'exigeait pas les nombreux avivages que M. Gastard faisait subir au sien. M. Fauquet fit un assez grand nombre de pièces d'indiennes avec des rouges et des roses d'application en Angleterre et en Écosse, mais il ne put donner aucune suite à cette fabrication en raison du prix excessif de la matière première. La Société libre d'émulation de Rouen décerna, en 1839, sur mon rapport, des médailles d'encouragement à MM. Gastard et Fauquet, pour avoir les premiers transformé un fait de laboratoire en une opération de fabrique, et démontré, d'une manière incontestable, la justesse des prévisions de MM. Robiquet et Colin, à savoir : qu'il y a possibilité et même avantage à obtenir, en grand, des couleurs solides par application immédiate de la matière colorante de la garance.

En 1840, M. Grelley et moi nous nous entendîmes pour chercher à résoudre complétement le problème de l'emploi manufacturier de l'alizarine pure de Robiquet, problème bien important, puisque la Société industrielle de Mulhausen proposa, en 1834, un prix de 19,900 fr. fait par souscription entre les principaux indienneurs de France, pour la *découverte d'un rouge d'application garance*, dont le pot de couleur (2 litres) ne devait pas dépasser 10 francs (1). Ce prix, qui fut prorogé jusqu'en 1839, n'a point été remporté et a été retiré du concours. Ces faits démontrent combien cette question offrait de difficultés. M. Grelley et moi nous sommes enfin parvenus à la résoudre, en obtenant la colorine à un prix qui permet d'en faire usage dans les fabriques pour confectionner des rouges et des roses d'application bon teint. Nous avons décrit nos procédés dans deux *paquets cachetés* que nous avons déposés dans les archives de l'Académie des sciences (Institut), à la date du 21 juin 1841. Depuis ce dépôt, nous avons encore perfectionné nos procédés d'extraction de la colorine, si bien qu'aujourd'hui nous pouvons la livrer au commerce à raison de 40 fr. le kilogramme. Le prix de revient de chaque pot de couleur ne dépasse pas 10 francs pour les rouges les plus forts, et 5 francs pour les rouges les plus faibles. Notre produit est aussi bon teint que les meilleurs rouges obtenus par la voie ordinaire de teinture, aussi peut-il supporter tous les avivages usités ordinairement; et comme, à son état naturel, il a déjà une vivacité supérieure, il reçoit plus facilement l'action des avivages que les rouges ordinaires de garance. Employé en très-petite quantité, il résiste aux avivages les plus forts qu'on emploie pour le rouge des Indes, qui d'ordinaire nécessite un excès de matière colorante. Ce produit se travaille avec la plus grande facilité. On le délaye dans l'am-

(1) Voir le mémoire de MM. Robiquet et Colin (Bulletin de la Société industrielle de Mulhausen, I, p. 177, 178 et 181).

(1) Bulletin de la Société de Mulhausen, VII, p. 394.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moniaque faible, on l'y laisse gonfler, puis on l'y épaissit à l'eau de gomme ou avec de la gomme en poudre et on l'applique sur le tissu mordancé. Les opérations qu'il nécessite, après son application, ne consistant qu'en un simple vaporisage et des lavages à l'eau pure, il s'ensuit qu'on peut dans tous les cas l'imprimer avec toutes les autres couleurs-vapeurs ordinaires, pourvu toutefois qu'on ne soit pas dans l'intention de l'aviver. Les préparations préliminaires à son application sont de nature à permettre de l'appliquer sur des fonds noirs ou autres obtenus avec des matières petit teint. Sur les mêmes étoffes on peut l'employer à différents degrés de force et obtenir ainsi depuis le petit rouge pâle jusqu'au rouge le plus foncé.

L'emploi de notre colorine permettra de fabriquer des genres nouveaux qu'il serait impossible de faire économiquement par les procédés ordinaires. Ainsi nous l'avons appliquée sur des fonds noirs et blancs qui jusqu'ici se trouvaient endommagés dans les opérations ordinaires de teinture. Nous l'avons aussi appliquée de concert avec le cachou lorsque les opérations d'avivage ne devaient consister qu'en un simple passage au savon.

L'emploi de ce produit doit ouvrir à l'industrie de l'indienne une carrière nouvelle et lui permettra de simplifier et d'accélérer singulièrement les procédés d'impression.

(*La fin au prochain cahier.*)

Sur la faïence pour poêles et cheminées.

Par M. Barral.

Les poêles en faïence que l'on rencontre en France, sont recouverts d'un très-grand nombre de petites fentes, dirigées suivant toutes les directions, et qui semblent naître sous la main lorsqu'on presse même légèrement la faïence. Ces fentes, auxquelles on a donné le nom de tressaillures, de gerçures, laissant pénétrer les liquides qu'on met en contact ou qu'on verse sur la faïence, peuvent donner lieu, lorsqu'on chauffe ensuite le poêle, à un dégagement de vapeurs infectes, et, de plus, elles ont l'inconvénient de permettre à l'émail de s'écailler.

Dans ces derniers temps, on a fabriqué une faïence qui ne présente pas ces inconvénients. L'émail en demeure continu lorsqu'on passe la main sur le poêle, et on n'y remarque ni tressaillures, ni gerçures. Cette nouvelle faïence diffère de la première en ce qu'elle renferme **14** pour 100 de chaux environ, tandis que la première n'en contient que des traces, ou **1** pour 100 au plus. La nouvelle faïence est aussi beaucoup plus dense que celle qui gerce.

Mais si la nouvelle faïence est ingerçable, elle ne supporte pas aussi bien l'action du feu. Elle se brise lorsqu'on la soumet à des variations même peu rapides de température, et est aussi beaucoup plus fusible que l'ancienne. Cette fusibilité facile provient de la grande quantité de chaux renfermée dans le biscuit. Quant à son peu de solidité, elle provient de ce que le sable et le ciment qui entrent dans les deux espèces de faïences, se sont complétement combinés avec l'argile dans la nouvelle, et ne peuvent plus, comme dans l'ancienne, s'opposer aux variations de formes provenant d'une élévation de température.

On obtient aussi une faïence ingerçable en introduisant dans la pâte de la faïence ordinaire pour poêles, une certaine quantité de soude ou de potasse, combinée à l'avance avec du sable, de manière à former une fritte.

Quand on veut avoir une faïence qui ne gerce pas, qui puisse se travailler très-facilement, et soit capable de donner de très-grandes pièces revêtues d'un très-bel émail, et enfin propre à bien recevoir les couleurs, il est convenable d'employer un mélange de terre grasse, de ciment et d'une marne sableuse. Mais cette faïence n'est pas non plus très-disposée à résister aux changements de la température.

En élevant considérablement la température de la première cuisson de la faïence qui gerce, on la rend assez compacte pour qu'elle ne fasse plus gercer le vernis. Toutefois pour ne pas être contraint de faire usage de cette élévation de la température à la cuisson, et cependant conserver à la faïence une très-grande solidité, il faudrait changer la nature de l'émail actuellement employé, et les expériences que j'ai déjà entreprises à cet égard ne m'ont pas encore donné de résultats satisfaisants.

Quelques moyens nouveaux pour la dorure et l'argenture des métaux.

Par M. O. W. Barratt.

Pour dorer ou argenter, je me sers du plomb comme métal positif, et du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

charbon comme élément négatif. Je les place par paires ou en séries dans un vase convenable, et je charge ma batterie avec une solution de chloride de sodium (sel marin), dissous dans trois fois son poids d'eau. Je suspends ensuite une plaque de métal, comme auxiliaire dans la solution métallique, au fil lié au charbon ou élément négatif, et les articles qu'il s'agit de couvrir sont plongés dans cette dernière solution, et en contact avec le fil ou élément positif de la batterie. Quand on ferme le circuit, la décomposition du sel marin s'opère, et il se produit une action électrique régulière et continue tant qu'il y a du sel dans la solution. Les produits de la batterie sont du chloride de plomb et de la soude caustique, mélangés à du carbonate de soude, produits dont la valeur est bien supérieure aux dépenses pour la précipitation du métal.

J'emploie aussi, pour la précipitation des métaux, une autre batterie qui est formée avec du zinc du carbone et de l'eau. Pour monter cette batterie, je me sers de creusets de plombagine : cinquante de ces creusets n° 10, disposés en séries avec du zinc et chargés d'eau, constituent une batterie suffisamment puissante pour dorer ou argenter de très-grosses pièces. Pour monter cette batterie, il faut percer des trous dans les parois des creusets et les ouvrir à leur fond, et rouler le zinc sous une forme un peu plus étroite que celle des creusets. Le zinc est séparé de la plombagine, élément négatif, au moyen de papier, de toile, de drap ou autre substance semblable, propre à s'opposer au contact immédiat du métal et de la plombagine. Le papier, si l'on s'en sert, doit être exempt de gélatine, ou colle animale, qui s'opposerait au libre passage de l'électricité. On parvient aussi au même but en suspendant le zinc dans les creusets, de manière à ce qu'il n'y ait pas de contact. Les fils de communication sont établis à la manière ordinaire, et chaque couple (carbone et zinc) est placé dans un vase contenant de l'eau.

J'ai aussi cherché à dorer et argenter au moyen d'une batterie électro-magnétique. Pour monter cette batterie, on prend un certain nombre d'aimants qu'on fixe solidement sur du bois à des distances égales, et dans une position verticale si l'on se sert d'aimants en fer à cheval, puis, à l'aide d'un fil de fer, le pôle sud du premier aimant est mis en communication avec le pôle nord du second, et le pôle sud du second avec le pôle nord du troisième, et ainsi de suite pour tous les aimants qu'on emploie. Au pôle nord du premier aimant on soude un fil de cuivre pour suspendre l'objet qu'il s'agit de dorer ou d'argenter dans le vase à décomposition, et ramener l'électricité de la solution métallique à l'aimant, puis, au pôle sud du dernier aimant, on adapte un fil de fer auquel on suspend une plaque de métal de la même nature que celui qui est suspendu dans la solution métallique. Le fil en communication avec les pôles nord est placé aux extrémités ou près des pointes des pôles, mais celui qui est en relation avec les pôles sud est à 15 à 20 millimètres de ces extrémités, suivant la force de l'aimant et la nature de la pièce qu'il faut recouvrir. Parfois on peut employer un seul aimant en fer à cheval, ou un seul barreau quand il s'agit de petits ouvrages, ou bien un aimant composé et placé horizontalement; mais cette dernière disposition n'est jamais aussi commode que celle d'un certain nombre d'aimants disposés en série ainsi que je viens de l'expliquer.

Je ferai aussi remarquer que jamais je ne mets les aimants dans un mouvement de rotation rapide, ainsi qu'on l'a proposé jusqu'à présent.

Voici maintenant les moyens que j'emploie pour dissoudre les métaux. Je prends parties égales de nitrate de potasse, chloride de sodium, sulfate d'alumine et de potasse, je dissous dans l'eau, je plonge dans cette solution l'argent ou autre métal qu'il s'agit de dissoudre, je mets en communication avec le fil négatif d'une batterie. Au fil positif de cette batterie, je suspends dans la solution une plaque de métal auxiliaire ou de la même nature que celui qu'il s'agit de dissoudre, et lorsque la solution est presque saturée avec le métal dissous, elle commence à déposer sur cette plaque. On continue ainsi jusqu'à ce que le métal déposé ait acquis une bonne couleur et un état solide et cohérent sur l'autre plaque; alors la solution est prête à être employée pour enduire d'autres métaux, et on peut enlever la plaque de métal auxiliaire, et y substituer, dans la solution, les articles à enduire.

On peut aussi se servir d'autres solutions de métaux, comme de l'argent métallique dissous dans une solution de chloride de sodium ou d'hyposulfite de soude, ou de cyanide de potassium; mais voici une solution que je recommande pour dissoudre l'or, le platine, l'argent, le palladium, le plomb et autres métaux. On prend quatre parties de chloride de sodium et une partie d'a-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cide borique qu'on dissout dans vingt parties d'eau. Enfin on peut obtenir un autre dissolvant de ces métaux en se servant de vingt parties de chloride de sodium, et sept parties d'acide tartrique qu'on dissout dans 80 à 100 parties d'eau.

Du crajuru *ou* carajuru *et* chica, *nouvelle matière rouge tinctoriale de l'Amérique méridionale.*

Par M. J. J. Virey.

Le feuillage des diverses plantes contient, outre les éléments communs de l'organisation végétale, des principes particuliers tinctoriaux : ainsi, des feuilles bleues sont souvent remplies de la matière de l'indigo, comme on le remarque dans les *polygonum*, *isatis*, *nerium*, *pergularia*, *hedysarum*, *galega*, etc., car même les vaches qui s'en nourrissent donnent parfois un lait bleu.

D'autres feuillages rougissent naturellement par certaines qualités propres à leurs sucs, mais surtout à l'aide de la chaleur et de la lumière. Aussi, ces sortes de végétaux, d'ordinaire astringents ou acides, plus fréquents dans les contrées méridionales, y développent davantage leurs nuances rouges à une époque avancée de la végétation, comme en automne ; c'est alors qu'on peut en obtenir des teintures rouges particulières. Nous en citerions une longue liste parmi des rubiacées, des rosacées, des légumineuses, etc., même sous nos climats tempérés ; mais les plus riches produits tinctoriaux appartiennent aux régions intertropicales.

M. de Humboldt a décrit, sous le nom de *chica*, un produit végétal d'un rouge de brique obtenu par macération dans l'eau des feuilles de la *bignonia chica*, arbuste de la famille des bignoniacées (Jussieu), didynamie angiospermie de Linnée, de l'Amérique équinoxiale.

Comme il nous est parvenu de Para, du Brésil, sous la dénomination de *crajuru* ou *carajuru*, une substance non-seulement analogue dans ses caractères physiques et chimiques à la chica, mais d'une nuance rouge brun violacé beaucoup plus belle, ou riche et vermillonnée, tandis que l'autre nous a paru plus terne et inférieure, nous croyons utile d'offrir de nouveaux détails sur ce produit importé pour être essayé dans la teinture à la manière du rocou.

Le *crajuru* ou *carajuru* (*carucuru*, selon d'autres) est une sorte de poudre ou fécule en morceaux assez légers, inodore, insipide, un peu amère, non soluble dans l'eau, mais dissoluble dans l'alcool, l'éther, et les huiles ou graisses, sans être complétement résineuse, pouvant brûler avec flamme, mais laissant des cendres grises volumineuses. Les alcalis la dissolvent bien, et les acides la précipitent sans altérer beaucoup sa couleur, s'ils ne sont pas concentrés.

La chica de M. de Humboldt venait du voisinage de l'Orénoque, près du Rio-Meta ; mais le *crajuru* paraît être la sorte déjà indiquée par Hancock, à la Guyane, comme plus pure, et envoyée sous forme de boules enveloppées d'écorces d'arbres ou de feuilles de palmier. En effet, le *crajuru* a une nuance violette intense qui brille d'un éclat cuivré par le frottement d'un corps dur. MM. Boussingault et Rivero disent aussi qu'on l'emploie avec avantage en teinture.

Il paraît donc que c'est non-seulement la *bignonia chica*, mais peut-être aussi d'autres arbustes du même genre qui procurent le *carajuru* le plus beau. Les Galibis et autres peuplades sauvages, pour l'obtenir, font bouillir les tiges et feuilles de ces bignones déjà rousses à leur époque avancée de végétation ; ils laissent macérer ensuite dans des vases de bois et pourrir cette décoction, jusqu'au dépôt d'une fécule rouge ; on passe à travers un tamis d'écorce d'arbre ; on lave à grande eau cette fécule, qu'on met ensuite à sécher au soleil.

Les sauvages n'emploient la *chica* ou le *carajuru* que pour se peindre la peau, soit afin de se défendre contre l'humidité et la piqûre des insectes, soit comme ornement brillant et pour se donner un aspect formidable et sanglant dans leurs guerres. Pour cet effet, ils broient la *chica* ou *carajuru* avec un liquide gras, comme l'huile amère et jaune de carapa (*Xylocarpus carapa*), rendue odorante avec le baume aracouchini (*amyris heterophylla*, Willd). D'autres voyageurs assurent que ces sauvages préfèrent la graisse des tortues, qui est verte, ou mieux la graisse naturellement musquée des crocodiles alligators à museau pointu (*crocodilus acutus*), pour en faire une sorte de pommade de chica (1), et en oindre leur peau.

(1) Il ne faut pas confondre sous le nom de *chica* la boisson si usitée parmi les peuples de l'Amérique méridionale. Cette boisson en effet est préparée avec les gousses d'*algaroba* (*mimosa algaroba*), presque aussi sucre que la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le *crajuru*, maintenant importé en Europe, doit fournir une belle teinture assez solide et dont l'éclat nous paraît fort supérieur à celui du rocou.

Notice sur une rubiacée du genre condaminea *et sur le vernis qu'elle produit.*

Par M. J. Goudot.

Ce végétal intéressant, auquel M. Goudot assigne le nom de *condaminea utilis*, Condamine utile, se trouve principalement dans le royaume de la Nouvelle-Grenade, où on lui donne, aux environs de Bogota, le nom d'*arbol a cera*, arbre à cire, dont on se sert surtout à Timana et à Pasto, pour recouvrir d'un vernis des vases et une multitude de petits objets à l'usage domestique très-répandus dans le pays.

« Le procédé pour vernir, dit M. Goudot, est fort simple, quoique long. La résine une fois recueillie, on la fait bouillir dans l'eau pour la nettoyer complétement et lui enlever partie de sa couleur verte ; on ajoute ensuite la couleur qu'on veut lui donner, qui ordinairement est du rocou (*bixa orellana*), puis on en prend une petite quantité qu'on pétrit et étend avec les mains jusqu'à la rendre assez mince pour pouvoir l'appliquer sur les objets ; dans cet état, elle forme des feuilles plus ou moins étendues, extrêmement ténues, et dont l'épaisseur ne dépasse pas celle d'une feuille de papier à écrire.

» Lorsqu'on veut avoir un vernis doré, on applique sur la feuille du vernis une feuille d'or, tel que celui que le commerce européen introduit en petits livrets ; elle adhère parfaitement, et sert à embellir, par des dessins variés, l'objet que l'on vernit. Les vernisseurs ont aussi un procédé assez ingénieux pour recouvrir la partie concave des vases ; ils enferment exactement toute la surface par une feuille de vernis ; puis, pratiquant un trou imperceptible par lequel ils introduisent une paille, ils aspirent par ce moyen tout l'air intérieur, ce qui oblige la feuille de vernis à s'appliquer d'elle-même contre la paroi interne.

» Tout ce travail se fait à une température élevée et souvent à l'aide de la vapeur d'eau bouillante.

» Des vases et autres objets ainsi vernis sont inaltérables par l'action prolongée de l'eau froide ou chaude ; j'en ai vu qui, depuis plus d'une année, résistaient à l'action détériorante des sels contenus dans l'urine ; d'autres, dans lesquels on faisait brûler de l'eau-de-vie, ne montraient non plus aucune altération, quoique la substance soit cependant soluble en partie dans l'alcool.

» La résine à l'état naturel se rencontre au sommet des jeunes rameaux, dont elle recouvre en entier d'une couche transparente extrêmement épaisse les bourgeons, en leur formant une calotte qui a souvent le volume d'un gros pois comestible ou d'une fève. Cette couche s'étend sur la surface naissante des jeunes feuilles, s'amincissant à mesure que celles-ci se développent, jusqu'à ce qu'enfin elle disparaisse entièrement. Tant que la température de l'air est peu élevée, comme pendant la nuit et le matin, cette résine est très-friable et se pulvérise facilement lorqu'on la détache du végétal. La chaleur de la main suffit d'ailleurs pour la ramollir complétement et en former une masse ductile. Elle est verte, transparente, sans odeur ; jetée sur les charbons, elle y brûle avec une grande pureté et en pétillant.

caroube du *ceratonia siliqua*, et avec les tiges amères du *schinus molle*. De vieilles femmes, dit-on, sont chargées de mâcher ces *algaroba* et le *schinus*, puis de les cracher dans un vase où on ajoute de l'eau. Le tout fermente bientôt et donne une sorte de bière enivrante pour ces peuples sauvages.

Perfectionnements photographiques.

Par M. W. H. F. Talbot.

Je me suis proposé d'abord d'enlever la teinte jaunâtre des images qu'on a prises au papier calotype (voir *le Technologiste*, 2e année, p. 486) ou autre papier photographique, préparé avec une solution de nitrate d'argent, en plongeant l'image dans un bain chaud, composé d'hyposulfite de soude ou autre hyposulfite dissous dans dix fois son poids d'eau et chauffé presque jusqu'à l'ébullition. L'image doit rester environ dix minutes dans ce bain, puis être lavée à l'eau froide et séchée. Par ce moyen, elle est rendue plus permanente et plus transparente, et les clairs y sont plus blancs. Après avoir subi l'opération précédente, on peut accroître encore la transparence d'une image calotype en faisant pénétrer de la cire fondue dans les pores du papier.

En second lieu, je place une plaque chauffée de fer derrière le cadre qui porte le papier, pendant que je prends l'image calotype à la chambre, afin de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

communiquer de la chaleur à ce papier, et le rendre plus sensible.

Je prépare aussi un papier que j'appelle *iodo-gallique*, en lavant une feuille de papier iodé dans une solution saturée d'acide gallique dans l'eau, puis séchant. Ce papier conserve ses propriétés pendant un temps considérable, si on le met dans un portefeuille ; quand on en a besoin pour l'usage, on le rend sensitif à la lumière au moyen d'une solution de nitrate d'argent.

J'ai aussi trouvé un autre moyen, qui consiste à laver du papier iodé avec un mélange de 56 parties d'acide gallique et une partie, ou environ, de nitrate d'argent (ces solutions étant de la force de celle ordinairement employée dans le procédé calotype), et qu'on peut faire sécher ensuite devant un feu doux sans qu'il perde ses propriétés. Ce papier n'est pas aussi sensible que le papier calotype ordinaire, mais on peut s'en servir à l'état sec, tandis que le papier calotype doit généralement être employé à l'état humide, attendu qu'il y a quelque difficulté à l'obtenir parfaitement sec sans le détériorer.

Voici un moyen que j'ai trouvé pour améliorer les images photographiques. On prend une copie ou impression renversée d'une image photographique à la manière ordinaire, excepté qu'on la laisse exposée le double du temps à la lumière ; ses ombres sont ainsi rendues trop noires, et les clairs ne sont plus suffisamment blancs. Dans cet état, on la lave et on la plonge dans un bain d'iodure de potassium (de la force de 60 grammes par litre d'eau), pendant une ou deux minutes, ce qui rend cette image plus claire, et donne aux lumières une teinte jaune pâle, après quoi on la lave et on la plonge dans un bain chaud d'hyposulfite de soude, jusqu'à ce qu'on ait enlevé la teinte jaune pâle, et que tous les clairs soient devenus parfaitement blancs. Les images ainsi terminées présentent un effet agréable et particulier d'ombres et de lumières qu'on n'atteint que difficilement par tout autre moyen.

On peut aussi, pour relever les images, placer, après les avoir enduites de cire pour les rendre plus transparentes, une feuille de papier blanc ou coloré derrière.

Un moyen que j'ai aussi pratiqué pour obtenir des copies agrandies des portraits au daguerréotype ou au papier calotype, ou autres petites images photographiques, consiste à projeter des images agrandies au moyen de lentilles sur une feuille de papier calotype, ce qui produit une image négative amplifiée dont on peut obtenir, par les moyens connus, des images positives.

Voici maintenant ce que j'appelle *impression photographique* : on imprime quelques pages de caractères sur un côté seulement d'une feuille de papier, qu'on a enduite de cire si on le juge nécessaire, puis on découpe les lettres et on les assortit ; alors, pour en composer une nouvelle page, on trace des lignes sur une feuille de papier blanc et on y compose des mots en collant sur les lignes les lettres séparément et dans l'ordre convenable. La page étant terminée, on prend une copie photographique négative à lettres blanches sur fond noir, on fixe cette copie et on en obtient alors autant d'épreuves positives qu'on le désire.

Un autre mode d'impression consisterait à employer de plus grands caractères peints sur des pièces rectangulaires de bois, colorées en blanc, à en former des pages en les disposant en séries sur une planche convenablement disposée à cet effet, puis, enfin, à en prendre, à la chambre obscure, une copie, suivant les dimensions requises sur du papier calotype.

On conçoit que par ces divers moyens on peut produire un grand nombre de copies photographiques positives d'une peinture, d'une gravure, de la musique, de cartes géographiques ou d'imprimés quelconques qu'on destinerait au commerce. Pour cela on commence par préparer son papier à copier, qui consiste en bon papier à écrire, exempt de gouttes d'eau et autres imperfections, et on le plonge dans un bain d'eau salée consistant en 100 à 120 grammes de sel par litre d'eau ; on essuie alors légèrement et on sèche. Après cela on lave dans une solution formée par un mélange de 8 grammes de nitrate d'argent dans 60 grammes d'eau distillée, auquel on ajoute une suffisante quantité d'ammoniaque pour former un précipité, puis le redissoudre et obtenir ainsi une solution claire. Lorsqu'il est sec le papier peut être employé à prendre une épreuve négative d'un imprimé ou d'une peinture en le plaçant en contact dans un cadre à copier (consistant essentiellement en un morceau de verre avec une planche derrière et des vis de serrage) et exposant à la lumière jusqu'à ce que la copie négative soit produite. Cette copie négative ayant été fixée par une solution chaude d'hyposulfite de soude, ainsi qu'il a été dit précédemment, peut être aussi enduite de cire ; alors on en tire le nombre de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

copies positives dont on a besoin et qu'on fixe de la manière qui a été décrite.

Préparation des tissus imperméables.

Pour préparer les toiles imperméables à l'air et à l'eau sans qu'elles perdent leur flexibilité, le professeur Fehling, de Stuttgard, avait conseillé de les plonger dans un mélange composé de 80 grammes d'alun et 16 grammes d'acétate de plomb, qu'on fait dissoudre et laisse reposer. On fait débouillir les toiles dans cette dissolution, puis on les plonge dans une dissolution de 32 grammes de gélatine, 8 grammes de gomme arabique et 16 grammes de colle de poisson.

M. de Leiden, qui a eu occasion de faire des applications en grand de ce procédé, assure qu'il ne lui a point fourni des résultats entièrement satisfaisants, et que les toiles qui ont été ainsi préparées ne remplissaient pas toutes les conditions qu'on doit rechercher dans ces sortes de préparations et entre autres avaient perdu toute leur flexibilité. En conséquence il a fait quelques essais qui l'ont conduit à plonger les toiles préparées à l'alun et l'acétate de plomb, par le procédé du professeur Fehling, dans un mélange de 16 gram. de savon d'Espagne et 64 grammes d'essence de térébenthine, à sécher à l'air, puis, trois jours plus tard, à les faire bouillir dans une solution consistant en 8 grammes de savon d'Espagne, 8 grammes de caoutchouc dissous dans 64 grammes d'essence de térébenthine et à laquelle on ajoute 64 grammes d'huile d'olive, puis à faire sécher à l'air libre.

Ce traitement a, suivant le rapport de la Société d'encouragement du grand-duché de Hesse, parfaitement réussi : les toiles non-seulement sont devenues imperméables à l'air et à l'eau, mais de plus elles ont conservé la douceur, la flexibilité et l'élasticité qu'elles possédaient auparavant et à l'état naturel.

Sur la préparation du chlorure de chaux liquide.

Par le docteur KUNHEIM.

Dans la préparation du chlorure liquide dans les fabriques, on sait qu'on amène généralement le chlore gazeux dans le lait de chaux au moyen de tubes en plomb ; cette disposition presente cependant un inconvénient qu'on a reconnu depuis longtemps, et qui consiste en ce qu'il y a constamment un dégagement d'oxigène. Ce dégagement a été jusqu'à présent impossible à éviter avec les appareils qu'on emploie généralement pour produire et amener le gaz, quoiqu'il fût d'un grand intérêt pour les fabricants d'y mettre un terme, attendu que tout le gaz oxigène qui se développe ainsi donne lieu à une perte correspondante ou équivalente de chlore. On a fait tout ce qu'il était possible pour cela ; on a abaissé la temperature à laquelle on travaillait, on a opéré avec une grande lenteur, etc., mais tout cela en vain, et la perte continuait toujours. Cependant il est un moyen bien simple et très-efficace que je vais indiquer pour prévenir cette perte. Pour cela, il suffit de remplacer le tube en plomb qui plonge dans la solution de chlorure de chaux par un tube en verre, en terre cuite ou en grès, afin d'éviter tout contact de la combinaison du chlore en solution avec un métal. En effet, l'oxide dont est généralement enduite la surface de ce métal, donne lieu à une action de contact qui transforme une portion de la dissolution de chlorure de chaux en chlorure de calcium et en oxigène, qui se dégage et donne lieu à la perte en question, qu'il est, comme on voit, si facile d'éviter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MECANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Description d'une machine pour la fabrication du carton.

Par M. PIETTE, fabricant.

Quiconque a visité une fabrique de papier a pu voir la manière dont on fabrique le carton qui sert ordinairement au cartonnage : l'ouvrier plongeur, après avoir enlevé sur la forme la quantité de matière convenable dans la cuve, la passe au coucheur, dans les mains duquel elle reste jusqu'à ce que l'ouvrier plongeur lui passe une seconde forme, dont la feuille ayant été couchée ou renversée sur la première, les deux ouvriers les compriment aussitôt l'une sur l'autre, de façon que les deux feuilles qui ont été puisées séparément n'en forment plus qu'une. L'ouvrier plongeur relève alors la forme supérieure tandis que la feuille adhère fortement à la forme inférieure que l'ouvrier coucheur retient avec force et charge de nouveau de pâte. C'est par la répétition de ce procédé et suivant l'épaisseur qu'on veut donner au carton qu'on unit ainsi un certain nombre de feuilles que le second ouvrier couche enfin sur un flotre.

Ce procédé comme on voit demande beaucoup de temps ; il est même difficile à pratiquer et donne généralement un produit imparfait. En voici les raisons :

1° En couchant et en pressant ainsi l'une sur l'autre les formes chargées de matières, l'eau qui s'écoule de tous les côtés entraîne avec elle une plus ou moins grande quantité de matière des bords de la feuille, ce qui occasionne ces dentelures et ces franges qu'on y observe souvent ;

2° La pression inégale qu'exercent les deux ouvriers en comprimant les formes, et qui est naturellement plus forte sur ce qu'on nomme les rives, points où ils appuient davantage que dans le milieu, donne lieu à une feuille inégale, plus épaisse et plus lâche au milieu que sur les bords ;

3° L'air qui au moment où on couche les deux formes l'une sur l'autre est emprisonné entre elles s'y trouvant comprimé lors de la pression, occasionne la plupart du temps des bulles ou bouillons qui en crevant produisent des soufflures ou des cavités dans le carton ;

4° La forme, chargée d'une matière aussi mobile, ne doit pas éprouver le moindre balancement, parce que par des chocs ou des secousses, la matière, répartie régulièrement, se déplacerait plus ou moins, ce qui causerait un rebut ou la refonte de la feuille ;

4° Il est impossible de donner à la feuille de carton l'épaisseur qu'on désire ; et si on voulait y parvenir, non-seulement il faudrait que les ouvriers couchassent ainsi l'une sur l'autre le nombre de feuilles requis, mais encore que l'ouvrier plongeur puisât toujours des feuilles de même épaisseur, ce qui est impossible ;

6° Enfin deux ouvriers ne peuvent pas fabriquer plus de 100 à 125 kilogr. de carton dans un travail de douze heures.

Pour remédier à ces inconvénients dont se plaignent chaque jour les fabricants de carton, mon frère, Prosper Piette, a trouvé un moyen que je vais faire connaître.

Une table $a,a;a$, fig. 5 et 6, pl. 55, composée de planches jointives, constitue la portion sur laquelle sont rangées toute la série des formes destinées au service de la fabrication ; au milieu de cette table, qui est horizontale, se trouve implanté un arbre vertical octogone b, taillé avec soin (fig. 7) dont la partie supérieure formant tourillon c, tourne dans un collier d, pratiqué au plafond de l'atelier et dont le bout inférieur e formant pivot, roule dans une crapaudière f établie sur les planches, de façon que le mouvement de rotation de cette table, qui est liée à l'arbre central par des bras g,g (fig. 7), s'opère avec une grande facilité. Dans la portion la plus renflée de l'arbre vertical, à une hauteur du plancher en rapport avec la taille de l'ouvrier, se trouvent insérés ces bras g,g, qui consistent en planches de champ, s'étendant sous l'assemblage qui forme la table a,a jusqu'à sa circonférence extérieure. Des tirants h,h, destinés à soutenir ces bras, descendent de chaque côté et sont fixés par des vis en bois sur ceux-ci par leurs extrémités élargies l,l ; en i ces tirants qui sont repliés sont maintenus par des crochets en fer, puis à partir de cet angle ils se relèvent verticalement jusqu'en k où ils entrent dans un plateau percé d'un nombre correspondant de trous et où leur bout fileté et couvert est maintenu par un chapeau à écrou.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La table *a*,*a* est assez grande pour qu'on puisse aisément y placer 16 formes à papier dont chacune est recouverte d'un cadre en bois *t*,*t* (fig. 8), de près d'un décimètre de hauteur. De plus cette table est disposée de telle manière qu'au moyen de la cuve *s*, qui renferme une certaine quantité de pâte dans un état de dilution suffisante, on puisse, en ouvrant le robinet *r* qu'elle porte à la partie inférieure, charger les formes avec de la pâte à mesure qu'elles viennent se présenter sous ce robinet.

Lorsque le chargement, je suppose de la première forme, a eu lieu de cette manière, on interrompt en tournant le robinet de la cuve toute communication jusqu'à ce que, par un mouvement de rotation imprimé à la table, on ait amené la seconde forme sous le robinet, et qu'on l'ait chargée comme la précédente. Ce procédé se repète jusqu'à ce que toutes les formes soient chargées et que la première se représente à l'ouvrier qui se tient à côté de la cuve.

Pendant le temps qu'on emploie ainsi à remplir les formes, la matière, par l'écoulement d'une grande partie de l'eau, a pris une consistance suffisante pour qu'on puisse enlever le carton de la forme et qu'il n'y ait plus qu'à l'essorer, c'est-à-dire à lui soustraire, par un moyen quelconque, les dernières portions de liquide surabondant qu'il renferme encore, afin de pouvoir le coucher sur les flotres. Pour cela il se présente plusieurs moyens.

1. Faire le vide au-dessous des formes au moyen d'une pompe à air, afin de provoquer, par la pression atmosphérique, l'écoulement de l'eau par-dessous.

2. Recouvrir la feuille de carton avec une autre forme et accroître la pression sur la forme en la chargeant de poids.

3. Enfin avoir recours à un troisième moyen qui nous paraît le plus simple et le plus convenable de tous.

Vers le milieu de la hauteur de l'arbre *b* (fig. 7), on a établi un réservoir d'eau *m* qui l'embrasse dans sa circonférence. Ce réservoir est desservi par un tuyau qui lui apporte l'eau des bassins qui alimentent la fabrique; de ce réservoir il part autant de tuyaux *n* portant un robinet *o* qu'il y a de formes sur la table ronde. Lorsque, par exemple, la première forme *q*,*q* revient après le chargement de toutes les autres, ainsi qu'il a été expliqué, à sa position primitive, et qu'on a enlevé le cadre (fig. 8), on place dessus une forme renversée et sur celle-ci un seau ou baquet *p*, dont la grandeur est en proportion de la pression; on ouvre le robinet *o*, et on laisse couler l'eau avec lenteur dans le baquet, jusqu'à ce qu'il y en ait la quantité nécessaire pour produire la pression qu'on se propose d'exercer. Dès que ce point est atteint, on ferme le robinet, on enlève le baquet, puis la forme renversée, et on couche comme à l'ordinaire la feuille sur le flotre. Le même mode de procéder se répète sur toutes les autres formes.

Au moyen de marques qu'on pratique en divers points, à l'intérieur de la hauteur du cadre, et dont la graduation ne présente aucune difficulté, l'ouvrier n'éprouve plus d'embarras pour donner à chaque feuille l'épaisseur voulue, puisqu'il peut régler à volonté la quantité de matière qui s'écoule dans un temps donné par le robinet de la cuve à dépôt.

Ce procédé de fabrication du carton présente cet avantage important sur celui ordinaire et encore en usage, c'est que le travail d'un seul ouvrier suffit pour fabriquer dans un même temps une bien plus grande quantité de produits, parfaitement exempts de tares, et irreprochables sous le rapport de la qualité, en même temps qu'il fait disparaître complétement tous les inconvénients inséparables de l'ancienne méthode que nous avons signalés précédemment.

Mandrin à expansion.

Par M. J. Hick, mécanicien.

Il y a, dans la construction des machines à vapeur, des engrenages pour les moulins, etc., un grand nombre de parties, telles que manchons, chappes pour des bielles et tiges articulées, ou des pistons et beaucoup d'autres pièces qui exigent que leurs diamètres extérieurs soient tournés bien concentriquement avec le trou ou l'œil qui s'y trouve percé. Jusqu'à présent on a exécuté ce travail en prenant un morceau de fer dont le diamètre est un peu plus grand que le trou percé dans la pièce qu'on doit tourner. Ce morceau de fer, qu'on appelle généralement un mandrin, est tourné ou réduit jusqu'à ce qu'il ait acquis une dimension telle qu'on puisse le chasser à frottement dur dans le trou pour lequel il est destiné; cela fait, l'article est prêt à être monté sur le tour. Mais cette préparation exige souvent plus de temps qu'il n'en faudrait pour exécuter au tour l'article pour lequel le mandrin a été ainsi préparé; or, pour diminuer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette grande perte de temps, j'ai inventé un mandrin que j'appelle *à expansion*, dont je vais faire connaître brièvement les avantages.

Je ne propose pas un mandrin propre à embrasser toutes les séries d'œils ou de trous, parce que s'il était suffisamment fort pour les trous d'un grand diamètre, il serait incommode avec les petits, mais j'ai adopté en conséquence les dimensions sériales suivantes :

	millim.
30 millimètres avec expansion jusqu'à	40
40	50
50	60
60	70
70	80

et ainsi de suite proportionnellement.

J'ai établi quelques-uns de ces mandrins dans mes ateliers, et je puis assurer que, depuis deux années que j'en fais usage, ils m'ont procuré une économie de temps très-sensible et la facilité de monter et démonter sur le tour des pièces quelconques sans les endommager, comme cela n'arrive que trop fréquemment quand on chasse ou repousse le mandrin ordinaire dans les pièces, surtout lorsqu'elles ont été fixées avec beaucoup de soin. Mais leur principal avantage, c'est qu'ils dispensent de la nécessité d'avoir un énorme assortiment de mandrins de l'espèce ordinaire, assortiment qui, dans certains grands établissements, s'élève à des poids de 4 à 5 tonneaux, qui, avec le travail qu'ont exigé ces pièces, représentent une valeur de 15 à 20,000 fr., tandis que les mandrins du genre que j'indique peuvent faire le même travail pour une somme moindre que 2,500 fr., somme avec laquelle on pourrait avoir deux séries, à partir de 30 jusqu'à 300 millimètres.

Voici la description de cet outil. *ab*, fig. 11, pl. 55, est le mandrin, dont la portion moyenne en *c* est rendue conique et porte quatre coulisses *e* en queue d'aronde, qui reçoivent quatre coins languetés de même forme *dddd*. Ces coins sont représentés dans la figure dans la situation la plus inférieure qu'ils puissent occuper, et de manière à entrer dans le plus petit trou ou œil auquel le mandrin est destiné. Le bloc creux *ff* représente l'ouvrage qui repose sur les quatre coins. Ces derniers s'appuient sur le collet creux mobile et conique *gg*, qui bute à son tour sur l'écrou *h* que porte la vis *b*. Le collet conique *g*, poussé en avant quand on fait tourner l'écrou, chasse les quatre coins *dddd* dans les coulisses inclinées *e*, et fixe ainsi le mandrin bien solidement et concentriquement dans le trou du bloc *f*. Ce collet conique est creux, afin de pouvoir entrer jusque sur le cône *e*, et pousser les coins à telle distance qu'on juge convenable. Les lignes ponctuées *d'd'd'* représentent ces coins arrivés à l'extrémité de la course dans l'étendue de laquelle le mandrin peut être ajusté, à partir du plus petit diamètre des articles.

La fig. 12 est une vue du mandrin par l'extrémité *b*, mais sans le collet conique *g* et l'écrou *h*; les coins *d* étant remontés jusqu'à leur plus grand diamètre. *eeee* sont les portions inférieures des coulisses dans lesquelles ils glissent.

La fig. 13 représente la vue de face de l'extrémité la plus grande du cône *c* avec les coulisses *eeee*, et la figure 14 une vue par l'extrémité de l'un des coins.

Les coulisses *e* sont taillées avec une machine de manière à être parfaitement concentriques. Les coins y sont ajustés puis fixés à la partie inférieure, où on les tourne en place aussi exactement et cylindriquement que possible; puis, en se servant d'un collet plus petit que *g*, on tourne leurs bases avec soin et dans un plan bien vertical. Dans cet état, le collet *g* les fait avancer bien également sur le mandrin conique.

Le principe de cette invention n'est pas entièrement nouveau, puisque M. Brunel l'avait introduit il y a déjà longtemps dans la célèbre poulierie de Portsmouth; mais mon invention est, je crois, une application de ce principe à un nouvel objet qui mérite l'attention des constructeurs et des mécaniciens. Je dois ajouter, en terminant, que plusieurs grands établissements de construction anglais, entre autres celui de M. B. Donkin et celui de M. J. Field, ont adopté mon mandrin à expansion depuis deux ans et en font usage avec avantage depuis cette époque.

Machine à tailler les vis en bois.

Par M. Lauckner, mécanicien.

Les avantages que présente ce nouveau mécanisme sont qu'on peut fileter à droite ou à gauche à volonté, faire avancer ou reculer le fer ou l'outil avec une très-grande précision et l'ajuster de la manière la plus délicate; et enfin, qu'après qu'il a coupé on peut le mettre hors de prise, puis le ramener avec la plus grande exactitude à sa position

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

primitive, ce qui constitue trois avantages importants dans la fabrication des vis longues et minces.

Les bras de levier AA, dans lesquels on a fixé à vis les deux outils F, roulent eux-mêmes sur le cylindre M, qu'on voit au pointillé, fig. 9 et 10, pl. 55, lequel peut tourner sur l'extrémité des vis EE. Les vis G, qui fonctionnent dans les écrous H, relèvent ou abaissent les leviers A, suivant qu'on les tourne à droite ou à gauche, et rapprochent ou éloignent par conséquent le fer F du cylindre en blanc L qu'il s'agit de tailler.

Si on veut mettre hors de prise un des outils pendant que l'autre fonctionne, on tourne l'écrou H sur son axe *i*,*i*, et la vis G prend alors une position inclinée (au point que le bras de levier A peut être abaissé jusque sur la semelle B), tandis que l'outil qui s'y trouve fixé fortement s'éloigne naturellement du cylindre en blanc L. Si on ramène au contraire la pointe de la vis jusqu'à son buttoir N, en la relevant, aussitôt l'outil reprend sa position avec une extrême précision.

C'est entre les coussinets D et C, dont le premier est en buis et le second en laiton, qu'on a taraudé le trou conducteur pour le cylindre qu'il s'agit de tailler, lequel doit, du reste, comme d'habitude, présenter à son extrémité inférieure quelques filets correspondants.

Sur les filigranes pour la fabrication du papier.

Par M. Durieux.

(*Extrait du Bulletin de la Société d'Encouragement.*)

Chaque fabricant de papier a une marque particulière; elle se place sur la toile mécanique, et, formant dès lors une épaisseur, la feuille de papier se trouve avoir en cet endroit une épaisseur moindre, en sorte que la marque se présente à l'œil sous la forme d'un *clair* lorsque l'on interpose la feuille de papier entre l'œil et la lumière.

M. Durieux, employé par la Banque de France, pour la fabrication de ses billets, a perfectionné les filigranes, en les construisant au moyen d'une matrice que l'on frappe sur une plaque mince de métal, et en découpant ensuite l'empreinte. Autrefois et avant lui, on se bornait à plier un fil suivant le dessin donné, et le coudre sur la toile metallique.

M. Durieux a ensuite imaginé de remplacer le filigrane par des dessins ombrés : le procédé qu'il a employé est celui qui est connu sous le nom de *lithophanie*.

Il presse entre deux coins gravés, l'un en creux, l'autre en relief, la toile métallique, de sorte que lorsque la pâte est étendue sur la forme, son épaisseur est variable en les divers points du creux que présente la toile métallique.

Lors donc que la feuille de papier est interposée entre l'œil et la lumière, on voit apparaître un dessin ombré. Les clairs sont donnés par les moindres épaisseurs, les ombres par les fortes épaisseurs du papier.

Si M. Durieux, après avoir interposé la toile métallique entre les deux coins, imprimait immédiatement une forte pression, il couperait immédiatement les fils de la toile, et s'il agissait par une pression facile d'abord, mais de plus en plus intense, il arriverait toujours au même résultat fâcheux.

Il est évident que les fils de la toile pris entre les coins doivent s'allonger plus ou moins, suivant la profondeur des creux de la gravure, et que cela doit s'effectuer sans que les parties des mêmes fils qui se trouvent hors de la matrice s'allongent ou se raccourcissent, puisqu'ils doivent rester tels qu'ils forment toujours une surface plane.

Pour obtenir l'extension des parties des fils métalliques serrés entre les deux coquilles, M. Durieux a imaginé de chauffer progressivement la coquille inférieure, et de presser en même temps les deux coquilles l'une contre l'autre : cette opération exige une manipulation prudente et exercée.

La gravure des matrices qui doivent s'emboîter l'une dans l'autre en y interposant la toile métallique, offre aussi des difficultés. On ne peut pas graver le creux, ainsi qu'il devrait être pour obtenir une médaille; on ne peut pas graver le creux, ainsi qu'on le fait pour les pierres fines.

Pour les médailles comme pour les pierres gravées, les formes sont identiquement les mêmes; elles sont réellement ce que la nature des objets veut qu'elles soient, nettes, pures, vraies, tout en se conformant d'ailleurs aux règles *du bas-relief;* mais les matrices appliquées à la lithophanie ne peuvent plus être gravées de manière à donner un relief vrai. La lumière doit jouer un rôle dont on devra tenir compte, en sorte que lorsqu'on a fait un creux, on y coule une légère épaisseur de cire, que l'on enlève avec soin, et en plaçant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre l'œil et la lumière cette feuille de cire, on juge de l'effet : on voit dès lors où l'on doit laisser moins de matière et diminuer les creux.

Ce n'est donc que par des tâtonnements successifs que l'on peut parvenir à graver une matrice qui permette à la toile métallique de recevoir une empreinte telle que le dessin ombré produit sur la feuille de papier, au moyen d'épaisseurs variables, soit bien celui que l'on voulait présenter à l'œil.

Ainsi, dans les travaux de M. Durieux, il y a à la fois habileté comme ouvrier, et intelligence comme artiste.

De la fabrication des tapis mosaïques en laine.

Voici sur ce mode de fabrication qui paraît avoir pris naissance en Allemagne, les renseignements qui nous sont communiqués :

« Les dessins ou canevas qui servent à la confection de ce genre de travail, sont ceux à tapisserie ordinaires, ou des toiles métalliques à mailles plus ou moins fines, et qu'on peut préparer ainsi en pièces de la plus grande dimension. On emploie exclusivement dans ce travail de jeunes filles qui, avec le temps, acquièrent une très-grande habileté, au point qu'un grand sujet ou tableau, auquel on applique en même temps plusieurs ouvrières, peut être terminé en quelques semaines. Voici comment s'opère ce travail. On prend de la laine à long brin, filée bien également, et dont la finesse est en rapport avec celle des mailles du canevas ou de la toile métallique, et on en charge de fortes aiguilles sur une épaisseur telle, qu'en passant dans ces mailles une seule fois, celles-ci se trouvent entièrement remplies de laine. Il en résulte une tapisserie épaisse et dense, qu'on a soin toutefois de laisser un peu lâche en ne tirant que fort peu sur les aiguilles. Quand le canevas est ainsi chargé de points de tapisserie, on le retourne, on nettoye et unit parfaitement l'envers, puis on y applique une couche chaude de dissolution de caoutchouc sur laquelle on étend aussitôt un tissu de coton qu'on fait adhérer par la pression. L'union des deux tissus s'opère très-rapidement, et au bout de peu de temps leur séparation est devenue impossible sans les déchirer. Quand on a obtenu ce résultat, on retourne le tapis et on le porte sur une machine semblable à peu près à celle à tondre les draps, mais très-précise et très-délicate, qu'on fait agir jusqu'à ce que tous les points de tapisserie se trouvent ouverts à la surface. Il en résulte, par suite de l'épaisseur de la laine, un très-beau velours de laine, qui présente dans son poil les dessins, les couleurs et les ornements qui ont été brodés sur la toile ou le canevas. Tous les points de tapisserie ayant ainsi été ouverts par la machine, on enlève le canevas ou la toile, et tous les brins de la laine restent adhérents sur le tissu de coton, où ils sont retenus par la colle de caoutchouc. Pour donner enfin un dernier apprêt et un aspect uni au tapis, il ne reste plus qu'à le soumettre à un léger passage par la machine à tondre, qui exécute ce travail en un instant.

« Une chose à laquelle il faut veiller, c'est que les bouts de laine, quand on a fini ou qu'on recommence une aiguillée, soient arrêtés non pas en dessous, ou ils s'opposeraient au collage à la gomme, mais en dessus ou à la surface supérieure, où ils n'ont aucun inconvénient, attendu qu'ils sont coupés par la machine à tondre. »

On n'est pas bien sûr d'avoir donné dans ce qui précède exactement le procédé que suit la fabrique qui a été fondée depuis quelque temps en Allemagne pour cette fabrication, mais ce qu'il y a de certain, c'est que le procédé qu'on y emploie ne diffère pas beaucoup de celui qui vient d'être décrit, et au moyen duquel on fabrique de charmants tapis en tout semblables à ceux qui commencent à se répandre dans le commerce — du moins c'est ce que des essais en petit ont démontré avec évidence.

Pèse-voiture hydraulique.

Par M. Galy Casalat.

La loi sur la police du roulage a pour but de limiter convenablement la pression que chaque roue d'une voiture exerce sur le sol. Cette pression n'est point mesurée par les ponts à bascule en usage sur les routes, puisque ces machines ne font connaître que la charge totale, qui est toujours inégalement répartie.

A ce vice fondamental des bascules s'ajoutent les inconvénients résultant de leur fixité, de leur inexactitude et des dépenses considérables qu'elles entraînent.

Voulant obvier à ces inconvénients, j'ai imaginé un appareil hydraulique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portatif, sur lequel il suffit de faire passer une des roues d'une voiture pour connaître exactement la charge qu'elle porte.

Le pèse-voiture hydraulique se compose d'une boîte de bronze pleine d'eau alcoolisée, communiquant avec un manomètre et métalliquement emprisonnée par une feuille de cuivre rouge parfaitement flexible, dont le périmètre est soudé au bronze.

Quand une pression quelconque tend à aplatir la feuille de cuivre légèrement bombée, cette pression se transmet sans altération au liquide emprisonné dont la réaction, égale à la force comprimante, est exactement mesurée par le manomètre fondé sur un principe nouveau.

Pour rendre cet appareil applicable au pesage des voitures, il convient de faire la boîte elliptique en lui donnant trois décimètres de long, un décimètre de large et trois centimètres de hauteur. Cette boîte est contenue dans une auge de fer sur la base de laquelle s'appuie la membrane bombée de cuivre rouge, tandis que la face opposée de bronze dépasse d'un centimètre les bords de l'auge.

Graduation de l'appareil. Pour graduer expérimentalement l'échelle du manomètre, on place la boîte pleine d'eau sur une table transversalement sous un levier du second genre dont l'extrémité porte un bassin. En mettant un poids p dans ce bassin, le levier comprime avec une force connue P l'eau qui fait monter le mercure dans la colonne manométrique, jusqu'en un point au niveau duquel on grave P kilogrammes.

En faisant ainsi varier le poids p et les pressions correspondantes P, on gradue expérimentalement l'échelle du manomètre.

Pesage des voitures. Lorsqu'un préposé de l'administration, ambulant ou à demeure, veut peser une voiture, il ordonne au conducteur d'arrêter les chevaux.

Le préposé pose alors l'appareil transversalement sous la roue qui, passant au pas sur la boîte de bronze, fait remonter dans le manomètre le mercure qui pousse un index.

Ce dernier, retenu par le ressort d'un cheveu, comme dans les thermomètres à maxima, reste suspendu dans le tube de verre pour indiquer la pression quand le mercure est descendu après le passage de la voiture.

Pour renouveler l'expérience, il suffit de faire descendre l'index au moyen d'un aimant, quand le manomètre est à air comprimé, ou au moyen d'une tige de baleine quand le manomètre est à air libre.

Description du manomètre. La cuvette du manomètre se compose de deux hémisphères assemblés par leur base au moyen de boulons qui les pressent contre une membrane très-flexible de platine. Cette membrane divise la capacité de la cuvette en deux chambres, dont la supérieure est pleine de mercure qui s'élève jusqu'au zéro de l'échelle manométrique tracée sur un tube de verre mastiqué hermétiquement dans la douille de la cuvette. La chambre inférieure de la cuvette renferme une espèce de soupape dont la tête plane sert d'appui au centre de la membrane de platine, et dont la queue remplit hermétiquement, sans frottement appréciable, la douille inférieure qu'on a cylindriquement alésée.

Quand le manomètre est en communication avec l'eau emprisonnée dans le pèse-voiture, la réaction du liquide soulève la queue de la soupape dont la tête soulève à son tour la membrane de platine qui fait monter le mercure dans le tube de verre.

Supposons que l'aire pressée par l'eau soit n fois plus grande que l'aire de la membrane qui supporte la pression de la colonne de mercure; selon les lois de la statique la hauteur de la colonne de mercure devra être n fois plus courte que la hauteur qui mesurerait la réaction de l'eau si cette dernière pressait directement la membrane de platine. Il est évident que ce manomètre peut servir à mesurer la tension de la vapeur dans les chaudières à haute pression.

Manomètres hyperboliques.

Par M. A. Delaveleye.

(*Extrait du Bulletin du Musée de l'industrie*, année 1843, 3e livraison.)

Dans le travail que j'ai publié sur la théorie des manomètres à air comprimé je suis arrivé à cette conclusion que le manomètre qui semble le mieux convenir à la pratique serait celui auquel j'ai donné le nom de *manomètre hyperbolique* (1). Ce manomètre

(1) On peut consulter, sur la théorie de ce nouveau manomètre, la portion du mémoire de l'auteur qui s'y rapporte, et qui a été inséré dans *le Technologiste*, 4e année, page 461.
F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jouit de la propriété de donner des divisions très-distinctes et toutes égales entre elles pour les diverses pressions qu'il est destiné à mesurer. Depuis cette époque la commission du Musée de l'industrie de Bruxelles ayant jugé utile de faire mettre en pratique ces nouvelles vues théoriques, il a été établi un manomètre étalon destiné à diviser ceux qu'on construirait d'après les nouveaux principes; je me suis acquitté de cette tâche et je donne ici les résultats de ce travail.

La première chose à obtenir était un appareil au moyen duquel on pût, avec précision, diviser les manomètres d'une forme quelconque. Cet appareil est représenté fig. 15 à 18, pl. 55, tel qu'il est construit au Musée de l'industrie; il se compose :

1° D'une presse hydraulique à piston plein représentée en A : cette pièce n'offrant aucune innovation sur celles usitées dans tous les cas où on a besoin d'exercer des pressions hydrauliques, j'en omettrai la description;

2° D'un tuyau B en cuivre rouge, solidement bouché par les deux bouts, qui reçoit la pression exercée au moyen d'un petit tuyau *b*, qui le fait communiquer avec la pompe hydraulique. Ce tuyau est garni de 12 petits robinets *c* destinés à transmettre la pression à d'autres appareils en les ouvrant, et à interrompre cette pression lorsqu'on le désire. Un petit tuyau *a* muni d'un robinet sert à retourner l'eau dans le réservoir D lorsque les expériences sont terminées. Tout cet appareil est supporté sur un banc de bois auquel est attaché le réservoir lui-même, en sorte que le tout est portatif. Il a été confectionné avec le plus grand soin dans les ateliers de MM. Derosne, Cail et compagnie, et supporte une pression de 25° atmosphères sans manifester la moindre fuite par les nombreux joints dont il se compose. A l'un des robinets est adapté un petit tuyau *d* qui communique à un manomètre à air libre; ce petit tuyau *d* est contourné en spirale, afin de lui donner assez d'élasticité pour que les chocs que pourrait recevoir l'appareil ne se communiquent pas au manomètre.

3° La troisième et dernière partie de l'appareil est un manomètre à air libre composé d'une cuvette C en fonte recouverte d'un couvercle solidement boulonné; le couvercle est muni d'une boîte à étoupe donnant passage à un tube de verre plongeant jusqu'au fond du mercure que contient la cuvette. Ce couvercle est percé d'une autre ouverture fermée par une petite plaque, afin de pouvoir visiter l'intérieur de la cuvette sans défaire le grand couvercle, mettre ou ôter du mercure ou faire toute autre opération que l'on pourrait avoir éventuellement à accomplir; cette petite ouverture joue le rôle de trou d'homme. C'est sur cette petite plaque qu'est attaché le tuyau en spirale qui fait communiquer la cuvette du manomètre avec le tuyau de compression B. La cuvette est garnie intérieurement d'une couche de gomme laque appliquée en faisant chauffer cette cuvette pour faire fondre ce corps résineux; cet enduit bouche les pores de la fonte et en prévient l'oxydation.

Lorsque le mercure est soumis à une haute pression dans un vase de fonte, il arrive souvent que le mercure se livre passage au travers de très-petites ouvertures imperméables à l'eau et à la vapeur; il ne suffit pas toujours de donner une forte épaisseur à la fonte pour prévenir cet effet; mais on y parvient en remplissant la cuvette de céruse broyée à l'huile, et soumettant ce vase fermé à une très-forte pression que l'on maintient pendant plusieurs heures, après quoi on retire la céruse dont une partie se sera introduite dans les pores, les aura bouchés et rendus imperméables au mercure; c'est seulement après cette opération préalable qu'il est convenable de mettre la couche de gomme laque qui concourt aussi à rendre le vase imperméable. Dans tous les cas il est bon de s'assurer que la cuvette est complétement étanche avant de procéder à l'établissement du manomètre, ce à quoi on parvient facilement en soumettant ce vase plein de mercure à une pression supérieure à celle dont on devra faire usage par la suite.

Le corps du manomètre se compose de plusieurs tubes de verre E de 2 mètres de longueur, superposés les uns aux autres et joints par un procédé que nous allons décrire. La fig. 16 représente la coupe d'un de ces joints sur une échelle plus grande que le dessin d'ensemble.

Les tubes étant présentés bout à bout, on recouvre la solution de continuité par une lanière de cuir que l'on enveloppe d'un fil très-fin; cette première enveloppe est recouverte d'une bande de gomme élastique débordant des deux côtés de lanière de toile; la gomme élastique est pareillement fixée par du fil de fer très-fin, puis un morceau de tube de cuivre recouvre le tout; à chaque extrémité du tube sont des presse-étoupes réunis par des boulons; l'espace entre la gomme et le tube de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuivre est rempli d'étoupe et de mastic rouge au minium, le tout solidement serré par les presse-étoupes. Ce joint est parfaitement imperméable au mercure, autant du moins que nous avons pu en juger par une pression de 23 atmosphères à laquelle nous l'avons soumis. La lanière de toile est indispensable, car sans elle la gomme élastique pressée par le mastic pénètre à l'intérieur des tubes et vient obstruer le passage; la gomme élastique sans l'enveloppe métallique se tumefie sous la pression et finit par éclater entre les tours de fil de fer.

La colonne du manomètre est placée entre une planche solidement fixée au mur et sur laquelle on a marqué la division manométrique. Les divisions ont $0^m,76$ chacune; moins la petite quantité dont le mercure baisse dans la cuvette et que l'on peut facilement établir par le calcul. Pour assigner avec précision la place de la première division, on établit tel qu'il est figuré en m un petit manomètre auxiliaire dont la cuvette est en verre et dont l'index n est à $0^m,76$ au-dessus du niveau; faisant ensuite, au moyen de la pompe, une pression jusqu'à ce que le mercure arrive à l'index du petit manomètre, on aura sur le grand le point précis où doit être placée la première division à partir de laquelle on marquera les autres. Une fois le grand manomètre divisé, on enlève le manomètre auxiliaire dont l'usage devient superflu.

Rien n'est plus facile à concevoir que le jeu de cet instrument. S'agit-il de diviser un manomètre d'une forme quelconque, on le pose sur le banc comme il est représenté en M et en coupe sur une échelle double dans la fig. 17. On établit une communication avec le réservoir B par un petit tuyau qui aboutit à l'un des robinets, puis au moyen de la presse hydraulique A, on exerce les diverses pressions qui sont indiquées par l'étalon E et se répètent sur le manomètre à diviser M, où on les marque à mesure qu'elles se présentent. On peut ainsi diviser à la fois autant de manomètres qu'il y a de robinets vacants.

Il est clair que cet appareil peut servir dans tous les cas, et ils sont nombreux, où l'on a besoin de connaître les pressions exercées; ainsi, il peut servir utilement à régler les soupapes de sûreté à ressort pour les locomotives, les soupapes à poids pour les machines stationnaires, le point précis où les vases se rompent sous la pression, etc.

Nous allons passer à la confection des manomètres hyperboliques, en détaillant avec soin les précautions à prendre pour les rendre d'un usage suffisamment rigoureux pour indiquer toutes les pressions dont on fait usage dans l'emploi de la vapeur.

La partie essentielle de cet instrument est la forme du tube manométrique; pour le construire, il est essentiel de rappeler le résumé de la théorie d'après laquelle ils sont établis. Ces manomètres sont composés d'une base cylindrique, surmontée d'une partie ayant une forme analogue à un tronc de cône, mais qui, en réalité, est une surface de révolution engendrée par une branche d'hyperbole équilatère tournant autour de l'une de ses asymptotes; cette partie centrale est surmontée d'une sphère qui couronne le tube.

La première chose à faire est une épure exacte et de grandeur naturelle du tube qui doit être confectionné dans une cristallerie. L'équation de la génératrice qui sert à construire la partie centrale du manomètre, est

$$(n+1)\,y = a.$$

n étant les longueurs prises sur l'axe de l'instrument pour marquer les pressions en atmosphères, y les rayons successifs du tube, correspondant aux diverses valeurs de n; la quantité a est arbitraire, plus on la prendra grande, plus le manomètre aura une forme écrasée; plus on la prendra petite, plus, au contraire, il sera effilé. En construisant successivement plusieurs hyperboles, on verra que les valeurs de a qui se rapprochent de 1/2 donnent les formes les plus agréables à l'œil; nous ferons donc $a = 1/2$, et l'équation deviendra :

$$(n+1)\,y = \tfrac{1}{2}.$$

On peut construire les manomètres en prenant une longueur quelconque pour unité, c'est-à-dire pour l'espace régulier compris entre les divisions en atmosphères. Faisant dans cette équation successivement :

$n = 0$	on aura	$y = 0{,}500$
$n = 1$		$y = 0{,}250$
$n = 2$		$y = 0{,}167$
$n = 3$		$y = 1{,}125$
$n = 4$		$y = 0{,}100$
$n = 5$		$y = 0{,}089$
$n = 6$		$y = 0{,}071$
$n = 7$		$y = 0{,}062$
etc.		etc.

Si l'on veut borner le manomètre à 7 atmosphères, on arrêtera le tracé aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombres ci-dessus, et l'on aura la forme indiquée par la fig. 19. Le rayon de la sphère qui couronne l'instrument se trouve donné par l'équation

$$r = \sqrt[3]{\frac{0{,}75\,a^3}{(1+n'')}}.$$

dans laquelle $a = 0{,}5$; $n'' = 7$, cas dans lequel cette équation donne $r = 0{,}285$ pour le rayon de la sphère marquée A dans la fig. 19.

Pour avoir la partie cylindrique C formant la base de l'instrument, on aura recours à l'équation

$$L = n'(n'+1).$$

La lettre n' indiquant le nombre d'atmosphères que l'on veut comprendre dans la base. Faisons $n' = \frac{1}{4}$, c'est-à-dire que la partie cylindrique ne contiendra que le premier quart d'atmosphère, on aura

$$L = 0{,}31.$$

pour la longueur de la partie cylindrique, à porter au-dessous de n' pour connaître le point où doit venir le zéro de l'instrument.

Au lieu de terminer le tube au point o, on fera la base cylindrique beaucoup plus longue, afin de pouvoir corriger dans cette partie de l'instrument les erreurs inévitables que feront les verriers en le confectionnant; on le fera venir jusqu'en X par exemple, sans aucune mesure fixe, sauf à en couper une partie plus ou moins grande, suivant que les vérifications ultérieures le feront juger nécessaire. Tel est le tracé de la capacité du tube manométrique; nous avons fait remarquer que cette construction peut s'établir sur une longueur quelconque prise pour unité de mesure. On aura un manomètre sur de très-bonnes proportions pour la pratique, en prenant 4 à 5 centimètres pour unité de longueur. Si nous choisissons 4 centimètres ou 40 millimètres en multipliant tous les nombres précédents par 40, on aura les nombres cotés sur la figure.

Les personnes pour lesquelles le calcul est une chose pénible pourront donc se servir de cette figure (1) comme d'un étalon d'après lequel elles pourront faire construire le tube. C'est pourquoi j'ai pris un exemple que j'ai entièrement traduit en chiffres, afin de leur éviter l'emploi des équations dont ils sont le résultat.

Ayant fait un galbe d'après les principes précédents, on recommandera la plus grande exactitude aux verriers; mais, quoi qu'ils fassent, l'execution différera du modèle; on devra donc ensuite se livrer à leur examen, afin de rejeter ceux qui seraient trop défectueux et de corriger ceux qui se rapprocheraient assez des dimensions voulues pour être d'un bon service. On procède à cette opération au moyen d'un jaugeage fort simple que nous déduirons encore de la théorie.

On se souviendra que ce tube manométrique se compose de trois capacités distinctes. A, une capacite sphérique équivalant à celle qu'occupaient les atmosphères supérieures à n'' jusqu'à l'infini; B, une capacité centrale contenant les atmosphères depuis n' jusqu'à n''; C, enfin, la base cylindrique contenant les atmosphères depuis 0 jusqu'à n'. En sorte que V désignant le volume entier du manomètre depuis 0, on a

$$V = A + B + C. \qquad (1)$$

Les quantités A, B, C, étant liées entre elles par les relations

$$A + B = \frac{A+B+C}{n'+1}, \qquad (2)$$

et

$$A = \frac{A+B+C}{n''+1}. \qquad (3)$$

Si l'on substitue pour B et C leurs valeurs en A déduites des équations (2) et (3) dans l'équation (1), on aura, après réduction:

$$V = A(1+n'').$$

Cette dernière relation, extrêmement simple, nous apprend que la capacité du manomètre, depuis le 0, doit être égale à la capacité de la boule multipliée par le nombre d'atmosphères $+1$ qu'on veut que marque le manomètre. Ayant donc pesé la quantité de mercure qui entre dans la boule, on en pèsera une quantité $n''+1$ aussi considérable, et, en l'introduisant dans le manomètre renversé, on aura le point où devra se trouver le 0 de l'instrument. Dans l'exemple que nous avons choisi, nous voulons que le manomètre marque 7 atmosphères; on pèsera donc le mercure contenu dans la boule, et l'on en prendra $7+1$ ou 8 fois autant que l'on versera dans le manomètre renversé; le point qu'indique le mercure sera le 0

(1) Nous avons été obligés de la réduire à la moitié de sa grandeur naturelle pour pouvoir la faire entrer dans le cadre de nos planches.
F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'instrument. Il suffirait donc de couper la base au point indiqué pour en faire un manomètre marquant 7 atmosphères. Il est clair que tous ceux dont la boule sera par trop forte ou par trop faible se reconnaîtront par cette opération.

Si l'on voulait avoir la marche de la graduation du manomètre au moyen du jaugeage avant de l'effectuer par le manomètre étalon, on aurait recours à l'équation

$$v = \frac{V}{n+1},$$

dans laquelle les lettres désignent les quantités suivantes : V volume du manomètre ; v volume occupé par l'air sous la pression n ; n pression en atmosphères. Ou, en remplaçant V par sa valeur $V = (n'' + 1)\,A$, on aura

$$v = A\,\frac{n''+1}{n+1},$$

équation dans laquelle les volumes occupés par l'air sous les pressions n sont donnés en fonction de la capacité de la boule que l'on connaît par le jaugeage. Si donc on tient le manomètre dans une situation renversée, il suffira de connaître les poids qui correspondent aux diverses valeurs de n, et l'on aura, en les introduisant successivement dans le manomètre, les volumes v par les points où s'arrêteront les niveaux successifs. Dans l'exemple choisi, la boule est supposée contenir 85 grammes de mercure. On aura le point où viendra le zéro en mettant 7 + 1 fois cette quantité, ou $85 \times 8 = 680$ grammes de mercure. Si on voulait connaître les points intermédiaires, on se sert de la dernière équation qui devient dans ce cas

$$v = \frac{8 \times 85}{n+1} = \frac{680 \text{ gram.}}{n+1},$$

dans laquelle on ferait successivement

$n = 7 = 6 = 5 \ldots = 0.$

Pour	$n = 7$	on trouverait	$v = 85$	Différences,
	$n = 6$		$v = 97.1$	12.1
	$n = 5$		$v = 113.3$	16.2
	$n = 4$		$v = 136\,0$	22.7
	$n = 3$		$v = 170$	34.0
	$n = 2$		$v = 226.7$	56.7
	$n = 1$		$v = 340$	113.3
	$n = 0$		$v = 680$	340.0

Tenant dans le manomètre la boule en bas et y versant 85 grammes de mercure, la boule sera remplie. Si l'on y ajoute 12,1 grammes, le niveau indiquera le point où viendra la division, 6 atmosphères ; ajoutant 16,2 grammes de mercure, on aura la division 5 atmosphères ; ajoutant de nouveau 22,7 grammes, on aura la division 4 atmosphères, et ainsi de suite jusqu'au 0 de l'instrument que l'on obtiendra lorsqu'il contiendra 680 grammes de mercure : on pourrait donc, à la rigueur, diviser le manomètre par le jaugeage sans avoir recours à l'étalon, mais il est plus simple de l'employer parce qu'il met à l'abri de toute erreur de calcul.

Nous rappelons que les tubes arrivant de la cristallerie avec une base beaucoup plus longue qu'elle ne doit l'être et sur laquelle on marque le 0 au moyen du jaugeage. Au lieu de couper le tube en ce point, ce qui serait très-incommode, puisque chaque fois il faudrait faire une cuvette sur un modèle spécial, on le laisse plus long jusqu'à un certain point X′, de façon à ce que le tube arrive au fond de l'armature, comme cela est indiqué dans la fig. 20, la capacité en trop, comprise depuis 0 jusqu'en X′, se supprime par un morceau de fer m en forme de rivet de chaudière ; pour en déterminer la grandeur, on en lime l'extrémité jusqu'à ce que, plongé dans le mercure qui sert de jauge, il le refoule jusqu'au bord du tube. Il est évident que par cet artifice on se trouve exactement dans les mêmes circonstances que si le tube eût été coupé en 0, mais on a acquis la facilité de faire la base de l'instrument d'une longueur quelconque, ce qui facilite considérablement la pratique. Un autre avantage que procure ce clou m, c'est de resserrer l'ouverture et de faire en sorte que l'air soit moins sollicité à sortir par les oscillations que l'on peut accidentellement imprimer au manomètre.

Une autre circonstance facile à prévoir, c'est qu'une élévation de température, en dilatant l'air emprisonné, en ferait sortir une partie par le bas, en sorte qu'une élévation de température supérieure à celle qui a servi lors de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

division, vicierait l'instrument. Voici un procédé simple pour se mettre à l'abri de ce dernier inconvénient.

On sait que les gaz se dilatent par une élévation de température, et qu'une loi découverte par M. Gay-Lussac enseigne le moyen de calculer cette augmentation de volume qui est de 0,00375 pour chaque degré de température du volume que ce gaz occupait à zéro (1). Si donc on portait à la température de l'eau bouillante le gaz compris dans le manomètre, il augmenterait d'une quantité facile à calculer en connaissant sa température. Cela posé, si, au mercure que contient le manomètre renversé lorsqu'il est rempli d'eau jusqu'à 0, c'est-à-dire de 680 grammes dans notre exemple, on ajoute 5/10 environ, c'est-à-dire 227 grammes à peu près, on aurait le volume indiqué par la ligne *eau bouillante*, et il faudrait raccourcir le clou jusqu'à ce que cette nouvelle quantité de mercure remplisse le tube. Cette dernière opération étant faite, on montera l'instrument dans la cuvette, on exposera le tout à la température de l'eau bouillante, de la même façon que les thermomètres, et tout le gaz excédant sortira par le bas, et cela précisément en quantité voulue, quelle que soit la température primitive; voilà pourquoi nous nous sommes contenté d'évaluer à 5/10 la quantité de mercure à ajouter à celle qui donne le 0. Lorsque le manomètre sera refroidi, le mercure remontera dans le tube, et le manomètre sera prêt à recevoir la division par l'étalon destiné à corriger toutes les petites erreurs des manipulations.

Une précaution importante, et que nous avons omis de signaler, est d'éviter toute espèce d'humidité à l'intérieur du tube lorsqu'on y introduit le gaz.

En opérant avec les précautions indiquées, on sera certain de faire des manomètres à compression suffisamment exacts pour tous les besoins de la pratique.

Pratique. *Résumé pour la confection des tubes.* Les explications qui précèdent étaient nécessaires pour se rendre raison des opérations, mais bien des personnes veulent seulement confectionner sans se rendre un compte minutieux du pourquoi; voici pour ces dernières un résumé pratique :

1° Faire un galbe exact du tube dont la coupe intérieure est exactement tracée de demi-grandeur naturelle, fig. 19;

2° Recommander la plus grande exactitude au verrier;

3° Couper à la meule l'extrémité du tube, de façon à ce qu'il arrive à 3 ou 4 millimètres du fond de la cuvette;

4° Remplir la boule de mercure et la peser; ce poids devra approcher de 85 grammes; admettons qu'il s'en trouve 81;

5° Multiplier par 8 le nombre de grammes trouvé; dans notre hypothèse on aura 648 grammes. Mettre cette quantité de mercure dans le tube, où elle indiquera approximativement le 0 de pression, c'est-à-dire la pression habituelle de l'atmosphère;

6° Si cette quantité de mercure s'écartait trop du point 0, marqué sur la figure, la forme en serait mauvaise, et on se serait beaucoup écarté des proportions indiquées; le tube devrait être rebuté;

7° Si ce point s'en rapproche d'une manière tolérable, on ajoutera une nouvelle quantité de mercure équivalente aux 5/10 de celle déjà introduite, c'est-à-dire, dans l'hypothèse présente, 204 grammes, ce qui portera la quantité de mercure à 852 grammes;

8° On ajustera un morceau de fer ayant la forme d'un rivet de chaudière, de façon qu'enfoncé dans la base du tube il fasse refluer le mercure jusqu'au bord.

Ces opérations étant terminées, on aura un tube convenable pour un manomètre hyperbolique, marquant d'une manière très-distincte les pressions jusqu'à environ 7 atmosphères. Pour les manomètres indiquant d'autres pressions, on agira d'une manière analogue.

De la cuvette. La cuvette peut avoir une forme quelconque : celle qui est représentée fig. 20, convient très-bien pour la pratique. Elle se compose d'une capsule *p* en fer ou en cuivre, à volonté. Afin de conserver le mercure dans un état absolu de pureté, la capsule en métal est revêtue intérieurement d'une capsule en verre *q*, que l'on y plonge dans du mastic fondu *r* pour la faire adhérer. La partie supérieure de la capsule métallique est taraudée extérieurement, et reçoit un écrou à pression *s*, destiné à appliquer une plaque en fer *t* contre la boîte inférieure; le joint, entre cette plaque et le vase *p*, peut être rodé ou seulement enduit de mastic. Cette plaque porte au centre un cône creux qui s'applique contre le verre du tube manométrique, que l'on y fixe par un peu de gomme laque fondue pour assurer ce joint; on met du mastic de mi-

(1) D'après les travaux récents de M. Regnault, ce coefficient a subi une légère modification; mais la différence est complétement insignifiante pour le sujet qui nous occupe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nium et un peu d'étoupes dans l'intervalle libre, compris entre le cône métallique et le verre ; ce mastic est fixé au moyen d'une presse-étoupes que l'on voit en *u*. Enfin dans la plaque *t* se trouve fixé un tube *v*, destiné à amener la pression de la vapeur. La vis *x* sert à introduire le mercure lorsque le joint est fait.

Montage. Après avoir desséché l'intérieur du tube, et mis un kilogramme ou un peu plus de mercure distillé dans la cuvette, on ferme l'écrou sans autre précaution. Puis on plonge le manomètre dans un vase d'eau que l'on fait bouillir. Lorsqu'il est refroidi, l'instrument se trouve prêt à recevoir la division. Cependant, pour les personnes habituées aux opérations exactes, nous leur conseillons de remplir le manomètre de gaz hydrogène desséché au lieu d'air, afin de prévenir toute oxidation ; cette précaution, qui ne leur coûtera guère de peine, ajoute une perfection de plus à l'instrument.

Graduation. Après avoir placé le manomètre sur le banc de l'appareil à diviser, et avoir établi la communication comme l'indique la fig. 15, on procède à la division qui se fait en établissant les pressions successives d'atmosphère en atmosphère accusées par l'étalon, et répétées par le manomètre à diviser ; on les marque à mesure soit sur le verre lui-même, soit sur une échelle métallique l'on y adapte. Lorsqu'on tient à une grande exactitude, on doit avoir égard aux circonstances atmosphériques pendant cette opération.

Observations. Ayant établi le manomètre avec les précautions indiquées ci-dessus, on aura un instrument dont les indications seront suffisamment exactes pour tous les besoins de la pratique. Toutefois l'influence de la température se fera remarquer : dans les grandes chaleurs il indiquera un peu moins que la pression réelle ; au contraire, dans les grands froids, il indiquera un peu plus, mais ces variations seront toujours peu étendues, et l'on pourra d'ailleurs les corriger par la formule

$$n = m + 0{,}00355\,(t' - 15)\,(m + 1),$$

dans laquelle n désigne la pression réelle, m la pression observée, t' la température au moment de l'observation.

Calculant cette correction de 5 en 5 degrés, on formera le tableau suivant :

LA TEMPÉRATURE étant :	CORRECTION POUR UNE PRESSION OBSERVÉE :	
	m atmosphères.	de 5 atmosphères.
0°	— 0,0532 (*m* + 1)	— 0,3 atmosphères.
5°	— 0,0355 (*m* + 1)	— 0,2 *id.*
10°	— 0,0178 (*m* + 1)	— 0,1 *id.*
15°	0	0
20°	+ 0,0178 (*m* + 1)	+ 0.1 *id.*
25°	+ 0,0355 (*m* + 1)	+ 0,2 *id.*
30°	+ 0,0532 (*m* + 1)	+ 0.3 *id.*

Le maximum de la correction, pour 5 atmosphères, due à la température, s'élèvera donc à 3/10 d'atmosphère, qu'il faudra ajouter dans les fortes chaleurs de l'été, et soustraire dans le cas où la température atteindrait 0. Dans les températures habituelles de 10 à 20 degrés, cette correction devient insignifiante pour un usage journalier, puisqu'elle ne dépasse pas 1/10 d'atmosphère.

Nouveau chemin atmosphérique.

Par M. HALLETTE.

Dans le système de MM. Clegg et Samuda, la fermeture, comme chacun le sait, s'opère au moyen d'une longue bande de cuir armée de courtes languettes de fer, libre par un de ses côtés et fixée par l'autre au bord de la fente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

longitudinale qui donne passage à la tige par laquelle le piston est uni au premier wagon du convoi. Soulevée un instant par un galet interne pour le passage de cette tige, la bande retombe aussitôt ; un galet, dont le mouvement est lié à celui du piston, la presse aussitôt après contre l'ouverture, et une substance onctueuse contribue encore à rendre l'adhesion plus complète. Mais, outre que le corps onctueux paraît s'altérer assez promptement au contact de l'air, la lanière de cuir doit peu à peu perdre de sa souplesse et tendre, dans quelques points, à se soulever un peu après le passage du galet compresseur ; il était donc à désirer que l'obturation de la fissure longitudinale, au lieu d'être due à l'action d'un effort passager résultât d'une action constante exercée en chaque point de la fissure ; c'est ce but que M. Hallette paraît avoir atteint en profitant de l'élasticité de l'air.

A cet effet il a disposé, au-dessus du tube pneumatique, et faisant corps avec lui, deux demi-cylindres longitudinaux ou pour mieux dire, deux gouttières placées de champ, qui se regardent par leur concavité. Chacune de ces gouttières loge un boyau en tissu souple et parfaitement étanche, pour l'air comme pour l'eau. Lorsque les deux boyaux remplis d'air sont suffisamment gonflés, ils se touchent l'un l'autre dans une partie de leur surface, agissent comme les lèvres de la bouche de l'homme, et interceptent ainsi complétement la communication entre l'intérieur du tube pneumatique et l'air extérieur. Le piston vient-il à se mouvoir, la tige qui l'unit aux wagons se glisse entre les deux tuyaux qui se rejoignent immédiatement après son passage. Cette tige, dont la section horizontale est celle d'un ménisque, et qui pénètre ainsi à la manière d'un coin entre les deux boyaux, n'exerce pas sur eux un frottement bien considérable. Cependant, pour assurer leur durée, M. Hallette a jugé convenable de les garnir de cuir dans la partie par laquelle ils se touchent.

M. Hallette fait remarquer tout le parti qu'on pourrait tirer, pour la navigation intérieure, de la propulsion atmosphérique perfectionnée par lui. En développant l'idée de M. Hallette, devant l'Académie des sciences, M. Arago fait observer qu'un système de tubes pneumatiques fixés le long des murs du quai de la Seine, coûterait beaucoup moins à établir qu'un chemin de hallage, et que l'emploi de la vapeur pour faire remonter les bateaux aurait à plusieurs égards, sur l'emploi des chevaux, des avantages marqués.

Note sur la possibilité de réaliser sur les chemins de fer actuels une partie des avantages qui semblent réservés exclusivement à ceux dits chemins atmosphériques.

Par M. Séguier.

La sensation produite par l'ouverture de la première section de chemins atmosphériques en Angleterre, tient évidemment à ce que le problème de la locomotion rapide a été ainsi démontré praticable, tout en conciliant une notable augmentation de vitesse avec de plus nombreuses conditions de sécurité. Arriver plus vite et plus sûrement au but du voyage avait semblé deux conditions incompatibles, tant il est vrai qu'il faut être circonspect dans l'emploi du mot *impossible ;* ce que nous avons à cœur de démontrer aujourd'hui, c'est qu'avec les chemins actuels et leur mode d'exploitation, il est bien moins difficile qu'on ne le suppose de marcher rapidement avec sécurité, de gravir des pentes, de combattre la force centrifuge dans les courbes à petits rayons. Nous croyons qu'il suffirait de faire subir à leur matériel une bien minime transformation pour obtenir de tels résultats.

Expliquons notre pensée succintecment et clairement, si nous le pouvons, sans dessins ni modèle.

Nous disons que les avantages que l'on semble reconnaître aux voies atmosphériques tiennent essentiellement à ce que le principe de traction est d'une nature différente ; nous ne voulons pas parler de la différence de nature des forces motrices, mais seulement de la manière d'appliquer une force de traction quelconque.

Suivant nous, l'infériorité du mode actuel, comparé au mode nouveau, résulterait principalement de ce que l'effort de la locomotive est communiqué aux wagons, dans le chemin de fer ordinaire, par le seul intermédiaire de l'adhérence des roues motrices sur les rails, tandis que dans le procédé dit atmosphérique, la puissance est appliquée à la résistance par l'intermédiaire efficace et certain de corps solides.

Le principe de puiser dans le poids des locomotives l'adhérence sur les rails, et de trouver ainsi la cause de traction de tout un convoi, nous paraît

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entraîner à lui seul, et comme conséquence forcée, toutes les impossibilités dans lesquelles on se trouve, à savoir :

Impossibilité de faire des locomotives légères, puisque la réalisation de leur puissance est dans leur poids;

Impossibilité de faire des pentes rapides, puisque la limite des pentes est invariablement dans la pesanteur de la locomotive rapproché de sa puissance;

Impossibilité de passer par de petites courbes, puisque la force centrifuge dépend des masses en mouvement;

Impossibilité d'obtenir une sécurité parfaite contre le déraillement, puisque le poids seul de la locomotive est la cause de fixité contre les rails;

Impossibilité de faire des rails en proportion avec les seuls wagons généralement du poids de 4 tonnes, puisque les locomotives en pèsent 12 et même 18;

Impossibilité enfin de lancer de pareilles masses à de grandes vitesses par la nécessité d'avoir à sa disposition une force toujours suffisante pour les modérer.

Le chemin de fer atmosphérique, plus heureux par le fait seul de son principe, s'est débarrassé du même coup de tous ces inconvénients.

Aujourd'hui nous nous bornerons à indiquer verbalement la solution que nous proposons, decidé à en faire prochainement la démonstration sur modèle, si la vérité de notre proposition n'engage pas quelque compagnie à en tenter l'essai.

Une comparaison rendra et plus claire et plus brève l'exposition de notre pensée.

Quand un navire est jeté sur la côte, qu'il est échoué, pour sauver les hommes et les marchandises, on porte une corde et une ancre à terre, on fixe la corde au sol à l'aide de l'ancre, l'autre bout reste solidement amarré au navire. Par cette manœuvre, on établit une communication entre le navire et la terre, alors des hommes dans un canot ou sur un radeau, en saisissant avec leurs mains cette corde, se halent dessus, comme disent les marins, le va-et-vient est etabli et le sauvetage s'opère; la force musculaire des hommes est mise en jeu, ils vont et viennent sans craindre de changer de direction; est-il donc si difficile d'imiter sur terre un tel procédé pour franchir la distance entre deux points?

Déjà peut-être vos esprits se reportent vers ces cordes sans fin employées sur les plans inclinés des chemins de fer en usage pour tout le parcours du chemin de Blakwall; à l'aide de machines fixes qui leur impriment un mouvement rapide, ces cordes sans fin entraînent tous les wagons en relation avec elles.

Non, la solution que nous proposons n'a aucune analogie avec ce dispositif; elle n'exige l'emploi d'aucune corde, soit de chanvre, soit de métal.

Le chemin de fer actuel, avec seulement un troisième rail de fer ou même de bois au milieu de la voie, les locomotives à peu près telles qu'elles existent, leurs grandes roues simplement changées de plans, et notre problème est résolu.

Expliquons-nous : nous voudrions que les deux roues motrices des locomotives, placées horizontalement, agissent l'une contre l'autre sous la pression d'énergiques ressorts, et fonctionnassent à l'imitation des rouleaux de laminoirs, en saisissant entre elles le rail du milieu solidement fixé au sol; il se passera alors de deux choses l'une : ou le rail s'arrachera pour se laminer entre les roues de la locomotive; celle-ci, dans ce cas, ne se déplacera pas; ou bien le rail résistera : l'adhérence des roues comprimées contre le rail par les ressorts déterminera alors la progression de la machine et de tout le convoi qu'elle entraîne à sa suite.

La pression des ressorts qui servent à serrer les roues horizontales contre le rail deviendrait ainsi le mode de transmission de la puissance à la résistance, et la masse de la locomotive, dans un tel arrangement, n'aura plus de rôle; tous les efforts désormais devront donc se porter à rendre la machine légère, afin que son poids, moins différent de celui des autres wagons, n'oblige plus à donner aux rails un excès de force qui n'a de cause que la nécessité de supporter le moteur.

Un simple élargissement du rail intermédiaire, mis en rapport aux pentes avec des roues additionnelles d'un moindre rayon que les premières, quoique portées par le même axe, suffirait pour donner à la locomotive une augmentation de puissance; elle pourrait tout à coup faire ainsi une conversion de vitesse en force, mais ceci tient au dispositif : or, aujourd'hui nous n'avons le projet que de signaler le principe, nous le résumons en ces mots : *trouver la cause du mouvement des locomotives dans la compression des roues contre les rails à l'aide de ressorts, et non plus dans la simple adhérence des roues sur les rails par le seul poids des machines.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Construction nouvelle pour les chemins de fer.

Par M. le marquis A. DE JOUFFROY.

Dans un mémoire remarquable sur les chemins de fer, que vient de publier M. Germain Sarrut, et où l'on trouve un examen critique très-habile des différents systèmes qui ont été mis en pratique jusqu'à ce jour dans ce mode de locomotion, l'auteur expose à la suite de cet examen les perfectionnements réclamés aujourd'hui dans la construction des chemins de fer, fait connaître ceux qui ont été introduits dans un chemin de l'invention de M. le marquis A. de Jouffroy, et donne enfin la description de ce chemin : nous allons extraire de ce travail ce qui nous semble devoir être le plus intéressant pour nos lecteurs.

Pour procéder avec ordre, dit l'auteur, et mettre nos lecteurs à même de porter un jugement plus sûr, nous rappellerons d'abord les vœux émis par les maîtres de la science, les améliorations qu'ils sollicitaient pour la locomotive, les wagons et le transport en lui-même.

Perfectionnements réclamés dans la voie. « La voie actuelle, dit M. Poncelet (1), est formée d'un terrassement à l'instar de celui de nos routes ordinaires, et de barres de fer en saillie nommées rails, placées à peu-près bout à bout, et supportées vers un bout par des dés en pierre de taille ou par des traversines en bois, contre lesquelles elles sont solidement fixées au moyen de supports en fonte nommés *chairs*. Tant qu'on ne sera point parvenu à donner à ce système une solidité, une stabilité comparables à celles de nos bonnes machines, on ne doit pas s'attendre à des constructions durables et économiques sous le point de vue de l'entretien. Comment veut-on, en effet, que des terres fraîchement remblayées et susceptibles par conséquent de tassements irréguliers, que de faibles dés en pierre ou de simples traversines en bois, espacés de loin en loin, et qui laissent aux intervalles des rails toute liberté de fléchir, et par conséquent de vibrer transversalement ou verticalement ; comment veut-on, je le répète, que la stabilité d'un pareil assemblage ait quelque durée ? et dès lors que peut devenir le système des véhicules soumis à tous les chocs et vibrations qui naissent de la flexibilité, des inégalités de résistance de la voie ? Le besoin d'entrer promptement en jouissance et l'accroissement de la dépense première ne sauraient être des obstacles absolus à la consolidation d'un système qui entraîne par lui-même à de si grands sacrifices. La tendance des constructeurs à augmenter de plus en plus la dimension des chairs, des rails, des dés et des traversines en est une preuve manifeste, et l'on peut prévoir, d'après les faits de l'expérience, qu'elle n'est point prête encore à se modifier. »

M. Poncelet voudrait « un système de rails et de supports unis d'une manière invariable par l'intermédiaire d'une matière élastique et compressible avec des massifs continus, en bois ou en pierres de taille, à l'aide d'épaulements et de boulons convenablement multipliés, et qu'on resserrerait de plus en plus à mesure qu'ils prendraient du jeu. »

« Nous avons cru utile, ajoute-t-il, d'appeler l'attention sur cette influence du jeu et de la liberté de flexion et de déplacements quelconques laissés aux parties d'un système de cette espèce, influence contre laquelle, ce nous semble, on ne s'est pas assez mis en garde jusqu'à présent, malgré tous les inconvénients qui résultent pour la locomotion des pesantes voitures qui parcourent les chemins de fer. Nous résumerons volontiers notre opinion à ce sujet, en disant que tels qu'on les établit maintenant, on ne doit considérer la plupart de ces chemins que comme des constructions *provisoires*, destinées par la suite à être remplacées par d'autres plus stables. »

La solidité de la voie, voilà donc le premier perfectionnement exigé.

L'augmentation de sa largeur est le second. M. Arago a dit : « La nécessité de ne pas exagérer les inconvénients résultant du parallélisme et de la fixité des essieux réagit sur les parties droites du chemin, en empêchant d'*augmenter la largeur de la voie*, et d'assurer par là de plus en plus la stabilité des voitures. La voie doit donc être plus large, sans toutefois, s'il est possible, que la largeur totale du chemin ou des terrains achetés devienne plus considérable, parce qu'alors les frais de premier établissement seraient encore accrus.

Il y avait donc un double problème à résoudre : *élargir la voie sans élargir le chemin*.

(1) Rapport fait à l'Académie des sciences, le 2 avril 1838, sur le système de M. Arnoux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le poids des chairs et des rails a aussi dépassé toutes limites. Les rails pesaient à l'origine de 13 à 15 kilog. ; ils ont pesé plus tard de 20 à 23 kilog., puis de 30 à 32, et enfin 37 kilog. par mètre, ce qui est énorme.

Il en a été de même des chairs, et par conséquent des dimensions des dés et des traversines, qui n'ont pas cessé de croître. Il fallait combattre cette funeste tendance, *et revenir, pour les rails et les chairs, à un poids et à des dimensions raisonnables.*

Enfin les rails polis ne fournissent pas aux roues motrices une adhérence suffisante. »

Perfectionnements réclamés dans la locomotive. 1° Si l'on a donné aux rails et aux chairs un poids démesuré, c'est que depuis l'invention des locomotives, leurs dimensions, et par conséquent leur poids, ont été toujours croissant, jusqu'à atteindre des proportions monstrueuses, 18,000 kilog. ; *aussi réclame-t-on de toutes parts des locomotives plus légères.*

2° Dans les locomotives actuelles, le mouvement des pistons est toujours transmis directement aux roues motrices sans l'intermédiaire d'aucun engrenage, c'est-à-dire que les roues font un tour pour chaque révolution complète de la manivelle des pistons. Il en résulte, dit M. M. Binaut (1), « que la vitesse du piston croît avec la vitesse même des convois, et est bien supérieure à celle qui lui convient. En effet, pour une vitesse de 40 kilomètres, il y a en moyenne 120 coups de piston, de sorte que le piston parcourt de 1 mètre 70 centim. à 2 mètres, tandis qu'il ne devrait parcourir que de 50 cent. à 1 mètre. Cet excès de vitesse des pistons détériore rapidement le mécanisme et ne permet pas de faire usage de détentes : *la détente cependant procurerait une immense économie de vapeur.* »

Voilà donc de nouveaux inconvénients à combattre. Pour les atténuer, dans l'ancien système, il fallait forcément augmenter le diamètre des roues, ce qu'on ne pouvait faire qu'en agrandissant la voie et la largeur totale du chemin.

Cette plus grande largeur, outre l'excès de dépense, augmentait le danger de dérailler dans les parties courbes.

3° Un troisième inconvénient de la disposition actuelle des locomotives, c'est que lorsque la vitesse est forcément ralentie dans les pentes, ou par une autre cause quelconque, le nombre des coups de piston est nécessairement réduit dans la même proportion. La quantité de vapeur utilisée, et par conséquent la puissance motrice diminue par là indéfiniment, alors qu'on aurait besoin d'une force beaucoup plus grande, *ce qui est réellement absurde.* Il y a plus, si dans ces circonstances on ne ralentit pas rapidement la production de vapeur, ce qui du reste est difficile, le fluide élastique accumulé dans la chaudière pourra donner lieu à une explosion. Un accident de ce genre a eu lieu en 1839, au pied de l'une des pentes du chemin de Liverpool à Manchester.

4° M. Séguier a révélé un autre défaut essentiel de ces locomotives. Par la force des choses, la machine entame le chemin, non par les roues qui tirent, mais par les deux roues libres de son avant-train, lesquelles sont véritablement poussées. De plus, l'effort des roues motrices se produit au niveau des rails, et se transmet au convoi par les points d'attache de la machine aux tenders, des tenders aux wagons, dans un second plan horizontal, séparé du premier de tout le diamètre des roues ; or il résulte de cette disposition la conséquence forcée que le plan dans lequel s'exerce la résistance tend, pendant l'effort, à se rapprocher de celui dans lequel s'exerce la traction, c'est-à-dire que toute la masse de la locomotive a une tendance à être renversée en arrière, *ce qui provoque encore au déraillement.* Il en résulte pour l'essieu une série intermittente de surcharges et de décharges qui peut amener facilement la rupture.

5° Les deux grandes roues motrices de la locomotive, nécessairement fixées aux extrémités de l'essieu, rendent le roulement impossible dans les courbes de faible rayon ; en d'autres termes, la locomotive ne peut pas tourner.

En résumé, les machines locomotives attendaient cinq perfectionnements essentiels : 1° *la diminution de poids ;* 2° *l'indépendance, ou du moins la non-égalité entre les deux nombres qui expriment la vitesse des roues et celle des pistons, avec diminution de cette dernière vitesse ;* 3° *la conservation de la force motrice, alors même que la vitesse est ralentie ;* 4° *l'installation des roues motrices, de telle sorte qu'aucune roue ne fût poussée ;* 5° *la faculté de tourner sans danger dans les courbes de petit rayons.*

Nous reconnaissons avec bonheur qu'un ingénieur des ponts et chaussées, M. Reynard, avait signalé depuis plusieurs an-

(1) Chemins de fer d'Angleterre, p. 194.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nées, comme grandement désirable, le troisième et le quatrième de ces perfectionnements. Dans une note intitulée : *Observations sur le travail des machines*, nous trouvons les passages suivants : « Une locomotive doit travailler en plaine à une pression moindre que celle réglée par la charge de la soupape de sûreté, car sans cela elle s'arrêterait dès qu'une rampe exigerait un effort de piston plus grand, et par conséquent une tension de vapeur plus forte. En outre, il arrive souvent qu'elle travaille à une faible pression dans les descentes, ou lorsque les charges sont faibles.

» N'est-il pas possible d'éviter ce défaut et de faire en sorte que la pression de la vapeur, et par conséquent la force du piston et sa vitesse restent constantes, quelle que soit la variation de la résistance et de la vitesse du convoi ?

» Il faudrait pour cela que le mécanisme de transmission de la force du piston à la résistance fût tel que le conducteur de la machine pût changer à volonté la grandeur du bras du levier par lequel cette force est transmise.

» Supposons, par exemple, que la tige du piston puisse agir sur la roue motrice au moyen de roues d'engrenage de divers rayons : si la résistance vient à diminuer, le mécanisme, au lieu de laisser la vitesse du piston et la tension de la vapeur diminuer dans un plus grand rapport, changera l'engrenage de telle sorte que la roue motrice augmente seule de vitesse et fasse deux tours au lieu d'un ; par un double coup de piston, le convoi marchera avec une vitesse double, et cependant la tension de la vapeur n'aura pas changé, et produira la même quantité d'action.

» Si l'on a une rampe à gravir, on ne sera plus arrêté, *quelque forte que fût son inclinaison*, par l'impossibilité d'augmenter la tension de la vapeur ; on changera seulement d'engrenage, de manière à ce qu'il y ait équilibre entre la résistance et la force des pistons. La difficulté est de trouver un bon mécanisme pour faire ainsi varier à volonté le rapport de la vitesse du convoi à celle du piston. Il nous semble qu'elle n'est pas insoluble ! On gagnerait beaucoup à pouvoir produire seulement deux ou trois changements dans ce rapport.

» Les tirages de la seconde machine n'auraient point de limites, puisqu'on pourrait augmenter à volonté le bras de levier sur lequel agit le piston pour vaincre la résistance ; » on prouverait même « que les chargements sur niveau ne limiteraient jamais les pentes, et que les plus fortes seraient toujours les plus avantageuses pour les développements.

» Le tracé des chemins de fer pourrait donc être bien modifié et bien facilité, puisqu'on reconnaîtrait qu'il serait *non-seulement possible, mais convenable de franchir les hauteurs* au moyen des plans inclinés les plus courts.

» On objectera qu'une machine ne pourrait pas mouvoir un convoi sur une rampe très-forte, parce que la traction qu'on peut lui faire exercer est limitée par la condition d'adhérence des roues sur les rails, c'est-à-dire parce qu'au delà d'une certaine traction, les roues motrices tourneraient en glissant sans avancer.... *Il semble qu'il s'agit encore là d'une difficulté qu'il n'est pas impossible de vaincre....* »

La locomotive que nous allons décrire était construite quand la brochure de M. Reynard est parvenue jusqu'à nous. L'habile ingénieur apprendra, nous l'espérons, avec joie que toutes les difficultés ont été vaincues, que son idée a été réalisée avec succès.

Perfectionnements réclamés dans la construction des wagons. Ici nous serons courts ; nous avons fait ressortir jusqu'à satiété peut-être les inconvénients graves du parallélisme et du rapprochement des essieux, de la fixité des roues, de l'exhaussement absurde du centre de gravité, et du mouvement de lacet qui est la conséquence nécessaires de ces incroyables dispositions. Le progrès et le perfectionnement dans les wagons sera donc : 1° *une construction simple, légère*, 2° *l'abaissement du centre de gravité ;* 3° *la facilité de parcourir naturellement, sans moyen violent, les plus petites courbes ;* 4° *la neutralisation au moins partielle de la force centrifuge ;* 5° *de grandes roues qui se prêtent, sans un mouvement de rotation excessif, à de grandes vitesses.*

Perfectionnements réclamés dans le transport. 1° Il faut nécessairement, pour les convois de voyageurs, que l'on profite, autant que possible, de la vitesse qu'on peut obtenir dans les locomotives ;

2° Pour les convois de nuit, destinés exclusivement au transport des marchandises, il faut, au contraire, que l'on puisse avec économie se contenter de faibles vitesses. Ce second problème est loin d'être résolu dans le système actuel, puisque, comme nous l'avons remarqué, la force utile de la locomotive diminuant proportionnellement à la vitesse, *le poids des marchandises en-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traînées sera lui-même réduit dans le même rapport.

Concevons, pour fixer les idées, que la vitesse soit la moitié de ce qu'elle était : la puissance de la locomotive et le poids des marchandises entraînées diminueront nécessairement aussi de moitié, et par conséquent le transport des matières brutes, bon gré mal gré, coûtera autant, à poids égal, que le transport des voyageurs.

Y a-t on bien réfléchi jusqu'ici ? Est-il donc étonnant que tout le profit des chemins de fer provienne des voyageurs ? que loin de produire des bénéfices, le transport des marchandises soit réellement ruineux ?

Au contraire, avec une locomotive à puissance constante, à vitesse variable, on pourrait diminuer la vitesse sans modifier sa puissance, sans rien enlever au poids des marchandises qui seraient alors transportées avec une évidente économie.

Il y a dans ces quelques réflexions, que nous recommandons à l'attention de nos lecteurs, une immense question d'avenir, toute une heureuse révolution pour le commerce !

Il est impossible d'apprécier les avantages *incalculables* d'un service qui permettrait d'obtenir d'une manière régulière, en douze ou dix-huit heures, et cela sans augmenter le prix de transport, des arrivages qui, comme les sucres bruts expédiés du Havre à Paris par la Seine, se font attendre un mois entier (1). Or, c'est ce que l'on obtiendra infailliblement avec les locomotives perfectionnées. Les machines actuelles ne sont susceptibles que d'une allure, le grand galop ; on peut les comparer aux diligences et aux malles-postes, qui ne transportent les marchandises qu'à grands frais. Les machines nouvelles devront aller même au pas : ce sera le roulage accéléré, ou le halage sur les canaux.

Les chemins de fer ont eu primitivement pour destination unique de transporter avec économie des matières brutes : l'imperfection désespérante des locomotives adoptées les a dépouillés de de cet immense avantage, qu'ils retrouveront au centuple quand on aura secoué le joug honteux de la routine.

Et, qu'on le remarque bien, les transports alors ne s'effectueront plus seulement de l'embouchure d'une mine au marché voisin, mais d'une extrémité d'un royaume à l'autre, mais à travers toute l'Europe.

5° Ce n'est pas assez que l'on puisse parcourir économiquement les voies de fer avec et sans vitesse ; il faut de plus, pour le transport, sécurité, et sécurité absolue s'il se peut pour les voyageurs.

Il faut donc :

1° Que le déraillement soit impossible, ou du moins qu'il soit sans danger ;

2° Que le machiniste soit aussi maître de sa locomotive qu'un habile écuyer l'est de son cheval ; qu'il puisse la séparer des wagons à un instant donné ; l'arrêter dans un temps très-court, même sur les pentes, à l'aide de freins et d'enrayoirs efficaces ;

3° Que le conducteur puisse aussi à son gré enrayer tous les wagons, dominer le convoi tout entier, même la locomotive ;

4° Enfin, que tous les wagons soient munis d'appareils de sûreté qui les enrayent *indépendamment de toute volonté humaine*, et les maintiennent forcément à distance, alors qu'un accident tendrait à les précipiter les uns sur les autres.

Perfectionnements apportés à la voie. Notre système augmente la largeur de la voie, et la porte à 2 mètres au lieu de 1 mètre 50 ; *cette plus grande largeur n'augmente pas l'étendue des terrains.* Par la disposition nouvelle des roues, qu'il loge dans un tambour, à l'intérieur des flancs de la caisse, on n'excède pas la largeur de 2 mètres 20 à 2 mètres 40, que prennent les caisses actuelles : on laisse seulement moins de saillie inutile entre l'aplomb de la caisse et la ligne des rails.

La ligne porte trois lignes de rails. Le rail central, qui est strié transversalement, constitue la ligne de fatigue. Les rails actuels en fer peuvent servir de rails latéraux. Nous exigerions seulement que l'on disposât à l'intérieur de ces rails, et sur toute la longueur de la ligne, deux gardes en bois saillissant le niveau des rails de plusieurs centimètres, et destinés à empêcher le déraillement des appareils qui composent le convoi.

Nous proposons comme bien supérieur un nouveau système de rails en fonte, qui ne serait guère plus coûteux, quoique beaucoup plus durable *et plus sûr*.

Le rails se poseront comme d'ordinaire sur des traverses, des longrines, etc., mais dans des conditions plus favorables, qui assurent à la voie plus de solidité.

Perfectionnements apportés à la locomotive. Nous remplaçons les deux

(1) Seguin, *Histoire des chemins de fer*, page 12.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

roues motrices actuelles par une roue unique de grand diamètre (2 mètres à 2 mètres 50), garnie intérieurement de segments de cercle en bois dur, posés au sens de la fibre debout, c'est-à-dire de manière que la ligne de direction de la fibre soit parallèle aux rayons de la roue motrice.

Cette roue marche sur le rail central en fer ou en fonte de fer, strié dans le sens perpendiculaire à sa longueur.

La roue motrice pourrait aussi avoir un cercle de fer strié, et rouler sur un rail central composé de prismes de bois placés debout et maintenus entre deux longrines.

La roue motrice supporte un châssis qui renferme les cylindres et les autres pièces du mécanisme. Ce premier châssis est lié à un second portant la chaudière, et celui-ci à un troisième servant de tender. Les liaisons ont lieu par de fortes charnières ménagées dans le métal des châssis.

Par cette disposition, la locomotive se trouve supportée par cinq roues, dont la plus grande reçoit l'impulsion de la vapeur, et entraîne tout le convoi. Les quatre autres roues, tournant librement sur leurs essieux, supportent la chaudière et l'approvisionnement. L'adhérence du cercle extérieur de la grande roue sur le rail central strié lui permet de gravir des pentes *sans glisser*, et sert aussi à modérer la vitesse dans les descentes.

La disposition qui unit les trois châssis leur permet de se prêter aux courbures même de 10 mètres de rayon, sans qu'on puisse redouter les inconvénients et les dangers que le glissement et la force centrifuge entraînent dans le système actuel.

Les deux cylindres à piston communiquent le mouvement par l'intermédiaire de bielles et de manivelles à un même arbre horizontal placé en tête de la machine. Sur cet arbre sont montées librement des roues de transmission de diamètres différents, qui communiquent alternativement le mouvement de l'arbre horizontal à la roue centrale motrice, par le moyen de chaînes à la Vaucanson, courroies ou autres communicateurs, s'enroulant sur des roues de diamètres différents fixées sur l'axe de cette roue.

L'arbre horizontal, placé en tête de la machine, est recouvert d'un manchon d'embrayage qui est à la disposition du conducteur pour faire engrener tantôt l'une, tantôt l'autre des roues de transmission, et faire varier ainsi au besoin la vitesse de la roue motrice, sans ralentir la vitesse des pistons moteurs.

Perfectionnements apportés aux wagons. La caisse, et par conséquent son centre de gravité, sont abaissés à quelques centimètres au dessus de la voie.

Les axes des roues, le centre de gravité du wagon et les points de traction sont ramenés au même plan horizontal par l'abaissement de la caisse et par le plus grand diamètre des roues. Cette disposition, qui produit les plus grands angles de stabilité, supprime toute décomposition de force nuisible à l'aplomb du convoi, et par cela même conduit au maximum de traction.

Les wagons destinés à parcourir les courbes se composent de deux demi-wagons, réunis par deux articulations qui leur permettent un mouvement de rotation horizontal. Chacun de ces demi-wagons porte une paire de roues tournant librement sur leurs fusées.

Ce principe d'articulation isole chaque paire de roues, et lui laisse toute sa liberté d'action, absolument comme à un char à deux roues qui tourne les plus petites courbes.

Perfectionnements apportés dans le transport lui-même. 1° Les roues de la locomotive et des wagons étant presque deux fois plus grandes que dans le système actuel, on obtiendra une vitesse incomparablement plus grande avec le même nombre de coups de piston, une vitesse égale avec une dépense moindre de vapeur.

2° Pour surmonter les pentes ou transporter les marchandises, on peut, en changeant les rapports de vitesse entre les pistons et la roue, consommer la même quantité de vapeur en diminuant de vitesse, c'est-à-dire conserver la même puissance avec une moindre vitesse.

3° A l'aide de l'adhérence sur le rail central, et d'un frein agissant par un grand bras de levier sur la roue motrice, on peut arrêter presque instantanément la locomotive et enrayer le tender. Le conducteur, par un lourd sabot pressé contre le rail central strié, domine tout le convoi, et peut enrayer à volonté les wagons. De plus, une disposition mécanique très-simple, adaptée à chaque wagon, laisse toute liberté au convoi dans son état normal; mais lorsque par une circonstance quelconque il y a choc des wagons, la secousse se trouve amortie par des ressorts dont la fonction immédiate est d'agir sur des axes palonniers qui, par des tiges d'enrayage, viennent, sous forme de freins, presser fortement contre les jantes des roues.

4° La locomotive est munie de tous les appareils nécessaires au dégagement et au balayage mécanique de la voie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Établissement de la voie. — Plusieurs moyens ont été proposés jusqu'ici pour l'installation des rails sur le sol du chemin de fer.

On a fixé les *chairs* ou supports : 1° sur des dés en pierre ; 2° sur l'extrémité de traverses en bois posées sur le sol ; 3° sur des longrines fixées suivant la longueur de la voie ; 4° sur des murs construits, soit dans le sens de la voie, soit perpendiculairement, et faisant alors la fonction de traverses.

De tous ces moyens, celui que l'expérience a montré le meilleur, celui qui résiste le mieux à l'ébranlement, celui qui procure le roulement le plus doux, c'est l'emploi de traverses ou de longrines posées à plat sur le sol nivelé.

Nous avons donné la préférence à ce mode général d'établissement, mais il restait encore à choisir entre les traverses et les longrines.

En France, on a adopté presque partout des traverses en bois de 18 à 24 centimètres au carré, cubant environ 10 centistères par traverse.

Les supports des rails sont fixés aux extrémités, de sorte que le poids du convoi tend à enfoncer le terrain dans ces deux points, ce qui entraîne des dépressions fréquentes, et oblige à relever souvent et à tasser de nouveau la partie du terrain qui supporte les extrémités des traverses. La surface d'appui de chacune de ces traverses n'est d'ailleurs en moyenne que de 50 décimètres carrés environ ; elles sont placées à la distance de 80 centimètres à 1 mètre.

Dans ce système, *les variations de température*, *les chocs latéraux* provenant de la côte saillante des roues des wagons, les *trépidations* et *inflexions* résultant du passage rapide de la locomotive et des wagons, si lourds, si pesamment chargés ; tout, dit M. Dausse, ingénieur des ponts et chaussées, desserre nécessairement les coins, ébranle les chevilles, etc., etc. ; c'est ce que l'expérience a prouvé sur tous les chemins de fer, et d'une manière presque désespérante sur ceux à très-grandes vitesses.

Si l'on accepte le système de rails en fonte, auquel nous donnons la préférence, les traverses seront placées à la distance de 1 mètre 59 centimètres, sauf dans les courbes, où elles se trouveront un peu plus rapprochées ; elles se composeront d'une semelle de 0,30 centimètres de largeur sur 0,15 centimètres de hauteur, ayant pour surface d'appui 75 décimètres carrés. Cette semelle est surmontée d'une côte ou nervure, destinée à la rendre plus inflexible et à supporter le rail central.

Cette construction est représentée, en élévation et en plan, par les figures de la planche jointe à ce cahier (1) ; les joints sont assujettis par de doubles coins en bois.

Dans cette disposition, le plus grand poids du convoi, qui est le poids de la locomotive, agit au milieu de la longueur de la traverse. La pression se répartit par conséquent sur toute sa surface ; ce qui donne à notre système un appui double au moins de celui qu'offre le système actuel.

Si, en dépit de nos raisons et par la force de la routine, on s'arrête aux rails de fer laminé, on assemblera sur les traverses une longrine ou pièce longitudinale, placée de champ et reposant sur le sol par sa face inférieure. Cette longrine portera le rail central, ainsi que l'indique la figure.

Deux autres longrines, formant les gardes, sont assemblées sur les extrémités des traverses, en dedans des chairs. Ces longrines sont composées : 1° d'une pièce de sapin de 0,15 centimètres au carré ; 2° d'un plat-bord en chêne formant cordon ou saillie, cloué sur la pièce en sapin. Les figures donneront une idée de cet assemblage.

La longrine est entaillée à mi-bois avec les traverses ; les gardes s'assemblent sur les extrémités des traverses par de doubles entailles de 2 à 3 centimètres de profondeur, et y sont maintenues par des chevilles.

De nos trois rails en fonte, deux sont à ornière ; le troisième est plat. Leur poids total, joint à celui des chairs, serait de 180,000 kilogrammes par kilomètre ; celui des chairs en fonte, de 1,500 kilog., et il y aurait, pour longrines et traverses, 120 stères de bois employé.

On voit que la dépense, dans le premier cas, est à peu près la même que celle qu'entraînent les voies actuelles à deux rails, 45 à 50,000 fr. par kilom. Dans le second cas, la dépense du nouveau système, largement compensée d'ailleurs par des économies certaines

(1) Nous devons à l'obligeance de M. Germain Sarrut la grande planche jointe à ce cahier, et qui est extraite du savant Mémoire qu'il a publié ; elle représente, avec les explications nécessaires, les divers systèmes de chemins de fer ou de mécanismes qui en dépendent dont l'auteur a cru devoir faire la critique, et contient les figures propres à faire connaître les perfectionnements que M. A. de Jouffroy a imaginé et propose aujourd'hui d'appliquer en grand à ces voies de communication. F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur les frais d'achat de terrains, de construction, d'exploitation et d'entretien, croîtrait dans la proportion de 100 à 125.

Dans l'état actuel, le poids des locomotives étant de 13 à 15,000 kilog. au moins, les rails doivent supporter un poids de 6,000 kilog. environ, sous la pression de chaque roue motrice; ce qui force de donner à ces rails une dimension correspondante à un poids de 35 kilog. au mètre courant.

Dans notre système, les rails latéraux n'ont à supporter que les wagons; soit pour chaque roue 1,000 à 1,200 kilog. au plus. Nous pourrons donc réduire le poids de ces rails selon la proportion donnée par le calcul, à moins de 15 kilog. par mètre courant. Nous lui en attribuons néanmoins 20, persuadés que l'excès de résistance est, dans ce cas surtout, une des principales conditions de durée et d'économie dans l'entretien de la voie.

L'expérience en grand peut seule décider du choix à faire, *sous le rapport économique*, entre ces deux modes, qui exigeront des frais d'entretien complétement différents. Tous deux, sous le rapport de la stabilité, l'emportent évidemment sur le mode généralement admis. Ils réalisent la solidité absolue qu'exigeait M. Poncelet, sans offrir cette dureté de roulement que les soutènements en maçonnerie continue entraînent nécessairement. Il serait inutile de s'appesantir sur ce point, déjà jugé par tous les hommes de pratique.

Nous adoptons en général l'emploi d'un sol égalisé et battu, ou plutôt comprimé au cylindre, selon le procédé habilement mis en usage par M. Schattenmann. Sur ce sol nous posons, soit des traverses seulement, si nous employons des rails en fer de fonte, soit des traverses avec une longrine centrale et deux longrines gardes, si nous employons les chairs en fer laminé. Les traverses portent trois rails : l'un central et de fatigue; les deux autres latéraux et de rouleaux.

La largeur entre les rails a été fixée à deux mètres, pour se conformer aux dimensions imposées jusqu'ici. L'intervalle entre deux voies est de 1 mètre 50 centimètres, et la largeur des banquettes de 1 mètre, ce qui donne pour une voie double $2 + 2 + 1{,}50 + 1 + 1 = 7{,}50$, largeur egale à celle qu'on a adoptée sur toutes nos lignes.

Locomotive. La locomotive au complet se compose de trois châssis semblables C, C′, C″, (voir les figures). La largeur de ces châssis est de 2 mètres, et leur longueur de 4 mètres; ils sont articulés entre eux en a et a', de manière à former un système inflexible dans le sens vertical, et se ployant dans sens horizontal au gré de toutes les courbes de la voie.

La locomotive, proprement dite, est installée dans les deux châssis de devant, C et C′. Le premier, contenant les cylindres, le réservoir d'eau froide et tous les accessoirs relatifs à la manœuvre du moteur, est suspendu à l'axe de la grande roue motrice R. Le second, qui renferme la chaudière, les réservoirs d'eau chaude et le foyer, est appuyé sur deux roues qui tournent librement sur les fusées d'un essieu garni de ressorts. Le châssis C″ enfin ne sert qu'à supporter le tender, qui contient l'approvisionnement de charbon, et peut être considéré comme un accessoire ou appendice à l'appareil principal. On voit que la locomotive est, à proprement parler, un tricycle articulé au point a, situé à égale distance des points d'appui C et C′. Dans cette disposition, la roue R, qui embrasse le rail central dans la gorge qui le termine, ne peut s'incliner à droite et à gauche, ni quitter le plan vertical, sans soulever, par l'intermédiaire de l'articulation a, l'une ou l'autre des roues C′; et comme ces roues sont chargées du poids considérable de la chaudière, du foyer et des réservoirs, la stabilité de l'appareil est assurée.

Il y a plus, comme le plan inférieur des châssis de la locomotive est abaissé jusqu'à dix ou douze centimètres du sol de la voie, il est impossible que les rebords qui forment la gorge de la roue motrice, par quelque accident que ce soit, surmontent le niveau du rail qu'ils embrassent, sans que le côté correspondant de la locomotive s'appuie préalablement sur le sol, de sorte que l'appareil ne pourrait sortir de la voie, dans ce cas d'inclinaison, sans se soulever tout entier après s'être reposé sur la voie, ce qui rend le déraillement en quelque sorte impossible, et lui enlève dans tous les cas ses dangers.

Il nous reste à montrer l'extrême simplicité de ce genre de locomotive et sa manière de fonctionner.

La vapeur, au sortir de la chaudière, se rend dans les cylindres en passant à travers une boîte mobile, située dans le prolongement de l'axe d'articulation a. Lorsque la vapeur ressort des cylindres, elle repasse dans un des compartiments de cette même boîte, et se rend dans la cheminée.

Les tiges des pistons communiquent directement ou par des bielles, à deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manivelles fixées à angle droit aux deux extrémités d'un arbre de couche, lequel communique à la grande roue son mouvement de rotation par le moyen de chaînes sans fin ou d'engrenages, de manière qu'on puisse utiliser pour chaque tour de la roue à volonté deux, trois ou quatre volumes de vapeur, c'est-à-dire donner deux, trois ou quatre demi-courses de piston. Cette faculté permet, comme nous l'avons déjà dit, de proportionner la dépense de vapeur aux besoins inégaux d'une voie accidentée.

Le changement de vitesse a lieu au moyen d'un manchon courant sur l'arbre de couche, et se fixant à volonté sur des pignons de diverses grandeurs.

La roue motrice est composée de deux couronnes, dont la circonférence embrasse une jante intérieure en bois dur, de charme ou de cormier, disposé de bout, c'est-à-dire dont la fibre est placée dans la direction des rayons de la roue. Cette circonférence se termine en dehors de la jante par deux rebords de $0^m,10$ de profondeur, qui embrassent le rail central et servent de guides à la roue.

L'adhérence de la circonférence de la roue motrice au rail central, qui suffit pour entraîner le convoi sur des rampes considérables, sert aussi à le retenir dans les descentes. Un frein à frottement, sorte de pince double qui embrasse les deux joues de la roue, modère son mouvement jusqu'au point de *l'arrêter totalement*. Ce frein, que la figure représente comme agissant au moyen de rênes réunies dans la main du conducteur est, dans l'exécution en grand, mis en action par un levier muni d'un treuil.

La nouvelle locomotive est d'un côté beaucoup plus légère que celles en usage; de l'autre son poids est réparti sur une plus grande longueur. Cette disposition seule est une garantie contre tous les accidents produits par les chocs dans les grandes vitesses; il serait inutile de chercher à faire ressortir cette conséquence importante, qui est évidente par elle-même.

Dans le système actuel, la locomotive pèse 15, 13, et jusqu'à *dix-huit mille kilog.*, et la majeure partie de ce poids repose sur *deux* roues de petit diamètre, *les roues motrices portant chacune près de* 8,000 *kilogrammes :* la longueur de la locomotive est de *cinq mètres* environ.

Notre locomotive, répartie sur *cinq* roues, occupe avec le tender une longueur de *douze* mètres; la roue motrice supporte *quatre mille* kilogrammes; chacune des quatre autres roues n'est chargée que de *quinze cents* kilog. au plus; la voie est aussi plus large. Ainsi dans le système actuel, on a *dix-huit mille* kilog. répartis sur à peu près sept mètres superficiels de la voie. Dans le nôtre, en vertu de la liaison qui unit les trois trains, 10,000 kilogrammes ont pour appui une surface de voie de 24 mètres.

Comme dans le mode actuel la locomotive agit indépendamment du tender, tandis que chez nous les trois trains forment dans le sens vertical un tout indivisible, l'avantage du nouveau système, quant à la fatigue éprouvée par la voie et quant à l'effet de la masse emportée dans les grandes vitesses, surpassera beaucoup le rapport de $\frac{18}{7}$ à $\frac{10}{24}$, ou le rapport de 6 à 1.

Wagons. Nos wagons, dont les figures ci-contre donnent l'élévation et le plan, se composent, comme nous l'avons dit, de deux caisses réunies entre elles par deux articulations qui leur permettent de se ployer dans le plan horizontal suivant toutes les courbes de la voie, mais qui, dans le sens vertical, conservent au véhicule sa rigidité et la solidité qu'il aurait s'il se composait d'une caisse unique.

Les wagons sont supendus à l'aide de ressorts et des essieux qui se trouvent renfermés sous le siége des voyageurs.

Les roues tournent librement sur leurs fusées ;

Leur diamètre peut être double de celui des roues actuelles, puisque les nôtres sont placées en dehors des wagons.

Dans cette disposition, et en supposant chaque wagon de 32 personnes, le centre de gravité se rencontre à la hauteur de l'essieu dans l'axe de l'articulation, de sorte *que le point de suspension, celui de tirage et le centre de gravité passent par le même plan horizontal.*

Les avantages de cette disposition sont évidents :

1° L'abaissement du centre de gravité rend le wagon plus stable;

2° Il ne peut se renverser, même en cas de rupture d'essieu ou de perte de roues, puisqu'il s'appuie immédiatement dans ces cas sur le sol, dont il n'est séparé que par un espace de 12 à 15 centimètres;

3° Il se prête sans frottement à toutes les courbures de la voie, puisque les roues sont libres;

4° Enfin le mouvement désagréable et dangereux de lacet y est évité, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

oscillations horizontales ne tendant jamais à transporter le poids d'une roue à l'autre.

Nature et avantage du transport. Nous croyons avoir realisé tous les perfectionnements réclamés ; nous n'ajouterons donc à ce que nous avons dit que la description de l'appareil de sûreté.

Les wagons sont liés les uns aux autres de la manière suivante :

A chaque extrémité du wagon, le bâti, dans son milieu et à la hauteur du plan de l'essieu, est traversé par une tige en fer, qui a la faculté de rentrer dans l'intérieur de quelques centimètres, et qui porte en cet endroit un double écrou servant de point d'appui au tirage.

A l'autre extrémité, cette tige porte une moitié de charnière qui s'articule avec la tige du wagon voisin, au moyen d'une cheville facile à enlever à l'aide d'une bascule, dont le jeu est à la disposition des conducteurs.

Les tiges sont traversées : 1° par un double ressort chargé de les maintenir, tendues dans le sens du tirage, de manière que l'écrou intérieur s'appuie contre le bâtis ;

2° Par un levier qui met en jeu deux tiges correspondantes aux freins de roues.

L'effet de cet appareil est celui-ci : le conducteur peut, au moyen de tringles et de renvois, enrayer les wagons partiellement ou en totalité, il peut aussi detacher instantanément chaque wagon ou tous les wagons de la locomotive. *Dans le cas d'accident subit, la main du conducteur devenant insuffisante, les appareils fonctionnent d'eux-mêmes.* Chaque wagon ne peut se précipiter sur celui qui le précède sans que les doubles ressorts fléchissent, et dans ce moment les leviers forcent les freins à presser contre les roues ; de sorte que le choc lui-même, si dangereux dans le système des wagons isolés ou unis seulement par des chaînes, produit ici un effort de conservation par l'enrayement.

Le dernier wagon de chaque convoi renferme un châssis en fonte, garni de bois debout, qui descend sur le rail strié et s'y appuie au besoin avec tout le poids du wagon lui-même, à l'aide d'un treuil. Ce frein, le plus puissant de tous, assure le salut du convoi, surtout dans les grandes descentes, grâce à la position du conducteur, placé sur le dernier wagon.

Nouvelle machine d'épuisement.

On monte en ce moment, à la société charbonnière de Bonne-Fortune à Ans, près de Liége, une machine d'épuisement à traction directe, sans balancier, système Letoret. Cette machine, qui sort des ateliers d'Ougrée, a une force de 125 chevaux. Le cylindre a 1 mètre 50 centimètres de diamètre. Elle épuisera les eaux à 500 mètres. M. Letoret a réduit la machine à sa plus simple expression, en plaçant son cylindre à vapeur sur l'ouverture de la bure, et en laissant traverser le fond de son cylindre par la tige du piston à laquelle est suspendu le grand tirant qui n'a qu'un peu plus que le poids de la colonne d'eau à élever ; la vapeur n'a d'autre fonction à remplir que de soulever ce tirant dont la descente refoule l'eau dans un tuyau en fonte qui l'amène à la surface du sol. Cette idée n'était pas entièrement neuve, mais elle etait inapplicable avant les importantes améliorations dues à M. Letoret, de Mons, qui a compris que la chute du piston sur le fond nu du cylindre à vapeur ne tarderait pas à le défoncer si le coup n'était point amorti par le corps le plus parfaitement plastique, et ce corps est un matelas de vapeur qu'il laisse à chaque coup dans son cylindre en interrompant la sortie avant qu'il soit entièrement vide. On conçoit que cette vapeur forme un matelas compressible à l'infini qui sert en outre par sa réaction à favoriser le commencement d'ascension du système au moment de la rentrée de la vapeur. Il n'y a d'ailleurs aucune perte à laisser une certaine quantité de vapeur dans le cylindre, puisqu'elle est utilisée au coup suivant. Il serait difficile d'imaginer une machine d'épuisement plus simple que celle du physicien de Mons : il y a une machine de 70 chevaux de ce système qui fonctionne depuis plusieurs années dans une houillère du pays de Mons, où on a pu se rendre compte de ses avantages.

CORRESPONDANCE.

Rouen, le 1er mars 1844.

A M. le rédacteur en chef du Technologiste.

Monsieur,

La lettre de M. Nativelle, insérée dans le numéro de mars du *Technologiste*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

page 287, à l'occasion de ma note sur l'épuration et la décoloration de l'huile de cotonnier, ne détruit pas mes premières observations, mais elle contient une insinuation grave contre ma bonne foi, et je dois la repousser avec énergie. M. Nativelle fait entendre que j'ai puisé mon procédé de décoloration de l'huile de poisson au moyen de la lessive caustique, dans un brevet anglais, importé en France, et délivré à la date du 3 août 1840. Lorsque j'ai publié mon mémoire sur l'huile de poisson, en juin 1841, le volume des brevets expirés, qui renferme la description du brevet anglais importé en France, n'avait point encore paru, et ne pouvait pas être imprimé, car tout le monde sait fort bien qu'on ne publie les brevets qu'après leur expiration ou leur déchéance. Ce n'est que longtemps après la publication de mon mémoire que le volume en question a été livré au public. En présence de ces faits, évidents pour tous, que devient l'insinuation désobligeante de M. Nativelle? Je lui en laisse toute la responsabilité fâcheuse.

J. Girardin.

BIBLIOGRAPHIE.

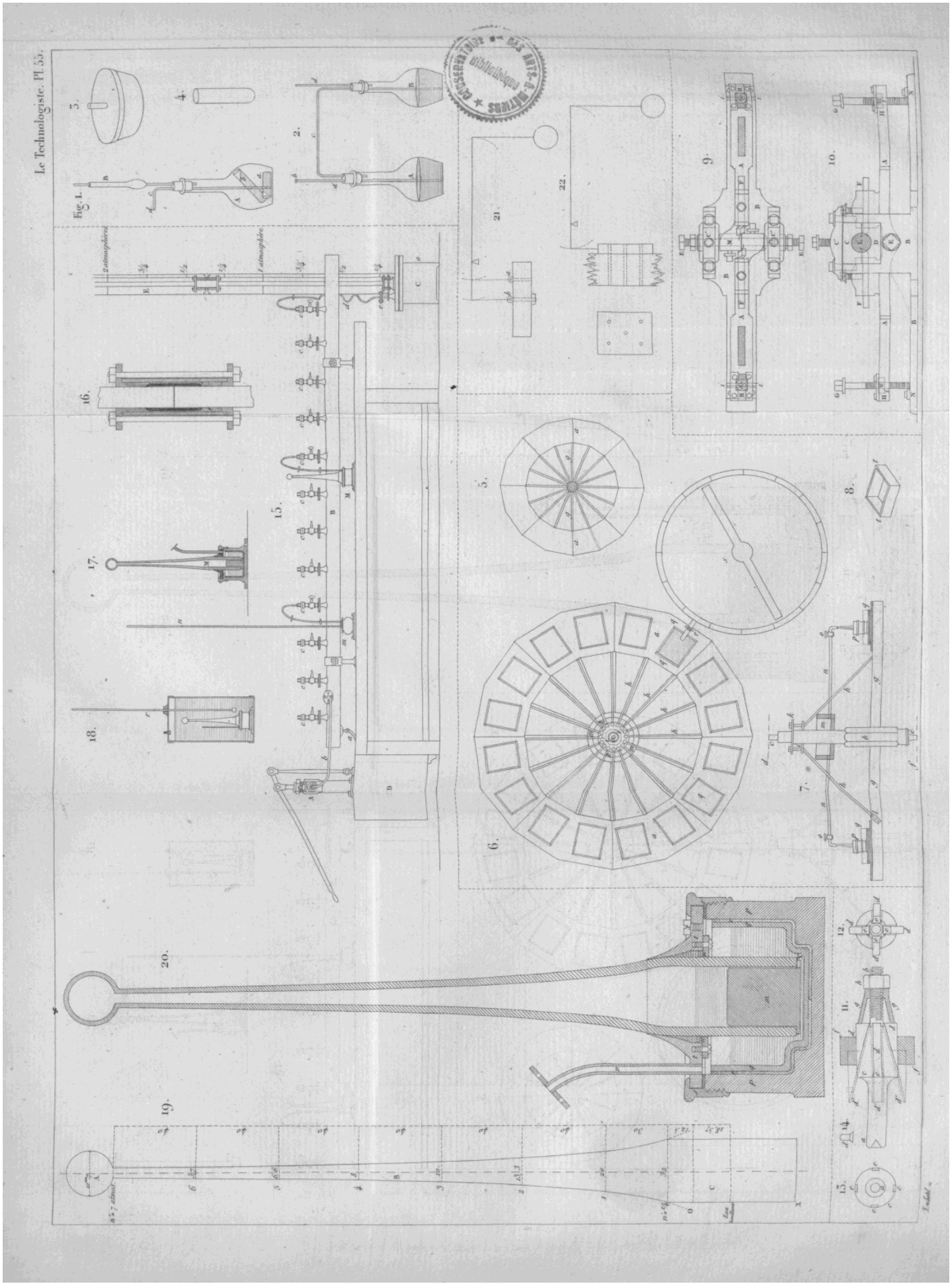
Manuel du tisserand, ou description des procédés et machines employés aux tissages des matières organiques filamenteuses.

Par MM. E. Lorentz et C.-E. Jullien, ingénieurs civils, anciens directeurs de filatures.

Paris, 1844, *in*-18, *avec* 10 *planches*. *Prix* 3 fr. 50 c.

L'art de tisser des étoffes, l'un des plus anciens dans le monde, l'un de ceux où l'homme a montré peut-être le plus de sagacité et de génie, celui dont les applications sont universelles, les produits l'objet d'un commerce immense d'échange entre toutes les nations, l'art qui produit, par des moyens variés, depuis les tissus grossiers de chanvre et de lin, jusqu'à ces belles étoffes de soie façonnées, ou les magnifiques châles brochés dont le modèle nous est venu de l'Inde, cet art, disons-nous, n'avait pas depuis longtemps, et malgré les progrès immenses qu'il a faits, été l'objet d'une publication spéciale au courant de ces progrès. C'est ce travail qu'ont entrepris deux jeunes ingénieurs déjà connus par des travaux estimables, et qui, tous deux ayant déjà dirigé des ateliers de filature, préludaient ainsi à la publication du manuel dont ils viennent d'enrichir notre littérature industrielle. On conçoit aisément que dans un ouvrage de cette nature il n'a pas été possible de traiter avec détails tous les genres de tissus auxquels le caprice, la mode, le besoin ou les circonstances, ont donné naissance, ou qu'ils font éclore chaque jour; un pareil travail aurait exigé un très-grand nombre de volumes, et eût dépassé, par conséquent, le but proposé; il était bien plus raisonnable de s'en tenir aux préceptes généraux, de les exposer avec clarté pour bien les faire comprendre, puis de laisser à chacun le soin de les combiner ou de les modifier suivant les exigences du temps ou de sa position. Nous aurions voulu donner à nos lecteurs quelques exemples de la manière dont les auteurs ont décrit les moyens variés qu'on emploie pour tisser ces belles étoffes à poils, ces rubans admirables de façonné, ces tissus cannelés, cotelés, barracanés, ces velours brillants, ces riches damassés, ces tulles légers, ces tricots élastiques, etc.; mais nous aurions été entraînés trop loin, et nous n'aurions ainsi donné qu'une idée imparfaite de ce manuel, qui se recommande par sa bonne rédaction, et par une utilité pratique sur laquelle nous ne croyons pas nécessaire d'insister.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU FIGURÉ ET COMPARATIF DES DIVERS SYSTÈMES DE CHEMINS DE FER.

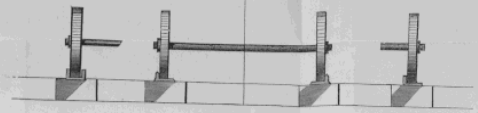
Chemins primitifs des mines.

Chariots à guide vertical ou à galet.



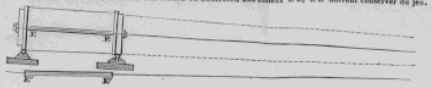
Chemins à rails en fonte et à ornières.

Rebord simple et double, extérieur et intérieur.



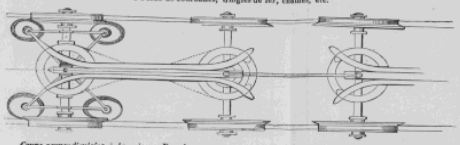
Système Laignel.

La roue, dans les courbes, roule sur son rebord ou bourrelet. Les essieux E E, E'E' doivent conserver du jeu.

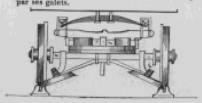


Système Arnoux.

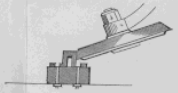
L'avant train de la locomotive est dirigé par quatre galets ; cette première direction est communiquée aux essieux suivants à l'aide de couronnes, triangles de fer, chaînes, etc.



Coupe perpendiculaire à la voie. — Vue du premier train de la locomotive en marche et dirigé par ses galets.

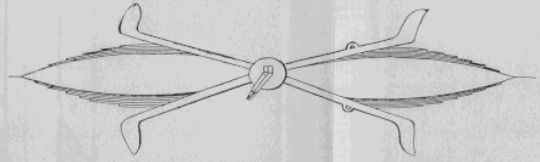


Vue du galet s'appuyant contre le rail.



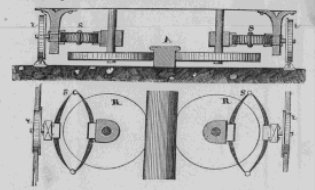
Patte d'ancre, de MM. Dumoulin père et fils.

Cet appareil d'enrayage s'installe dans un fossé creusé au milieu de la voie.



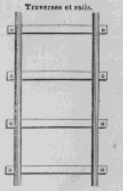
Idée de M. Armand Séguier.

Dessin préparé. — Coupes horizontale et verticale. — A, rail central. — B B, roues motrices. — *r r*, roues directrices. — S S, ressorts destinés à presser les roues motrices contre le rail central.



Voie ancienne.

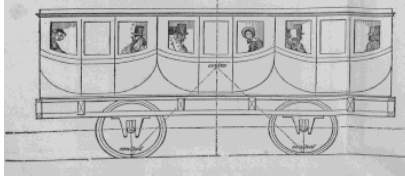
Traverses et rails.



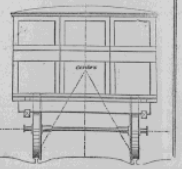
Système ancien.

DILIGENCES ET WAGONS.

Coupe longitudinale ou dans le sens de la voie; vue latérale.—Centre de gravité très élevé.— Angle de stabilité latérale très aigu. — Caisses perchées sur les roues, tombant de tout sur le sol sans que rien les protège.

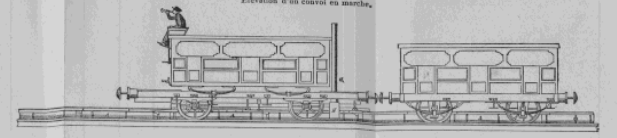


Coupe transversale ou vue de face. — Centre de gravité très élevé ; mouvement de tacot inévitable. — Angle de stabilité très aigu.



Système atmosphérique.

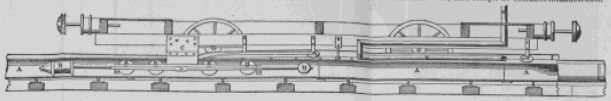
Élévation d'un convoi en marche.



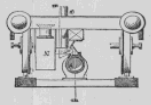
Plan de la voie, vue de la soupape d'entrée.



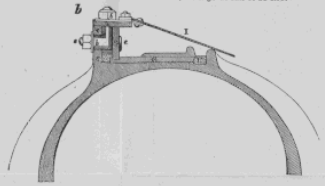
Coupe longitudinale suivant l'axe de propulsion. — A, tube dans lequel on fait le vide. — B, piston. — H H H H, galets destinés à soulever la soupape. — D D, galets destinés à soulever le toit. — C, châssis et tige verticale à laquelle est fixé le châssis de la tête. — N, tube rempli de charbons incandescents.



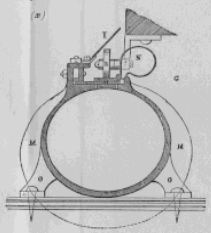
Coupe perpendiculaire et vue de face du chariot après le passage du piston voyageur. — Vue et élévation de l'appareil destiné à fermer la soupape longitudinale.



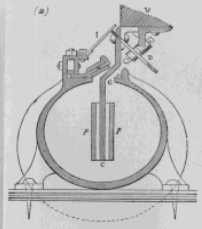
Détails d'assemblage de la soupape longitudinale G avec le tube de propulsion. — I, lames de tôle formant le toit. — E, mélange de suif et de cire.



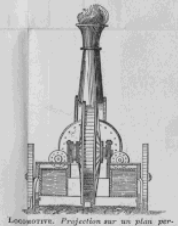
Section transversale faite dans le tube après le passage de la tige métallique. — I, lamelles du toit. — R, galet destiné à fermer la soupape. — N, tube rempli de charbons incandescents.



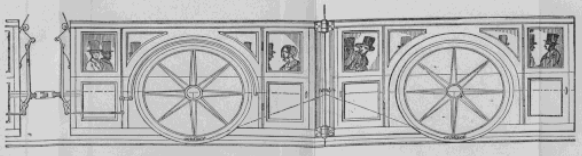
Section transversale faite dans le tube après le passage de la tige métallique. — I, lamelles du toit. — D, galet destiné à les soulever. — G, soupape. — C, tige. — V, système d'attache.



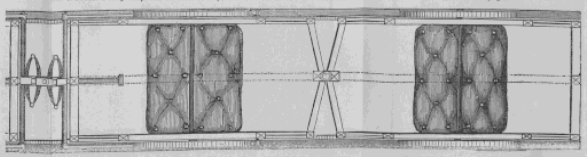
SYSTÈME JOUFFROY.



Locomotive. Projection sur un plan perpendiculaire à la voie et vue de face. — Roue motrice. Manivelles. Roues de transmission. Chaudière. Corps de pompe. Réservoir d'eau. Roues latérales. Cheminée.



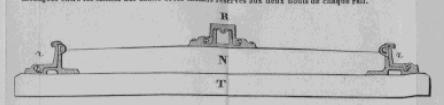
WAGONS. *Plan, coupe horizontale et disposition intérieure.* — Jeu des articulations. — Freins et mode d'enrayage.



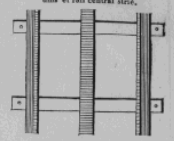
WAGONS. *Coupe dans le sens de la voie; élévation et vue latérales.* — Grandes roues. — Centre de gravité très bas. — Angle de stabilité très obtus. Stabilité presque absolue. — Caisses à quelques centimètres du sol, protégées en cas de chute par les essieux et les roues. — Trains de deux roues liés par des articulations verticales. — Système de freins et d'enrayage libre et spontané.

Système Jouffroy.

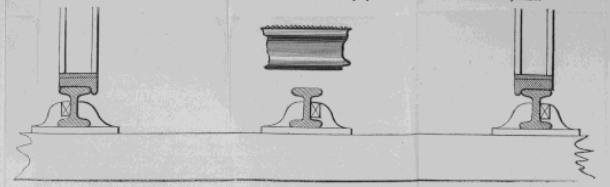
Voie nouvelle en fonte. Coupe perpendiculaire à la voie. — T, traverse. — N, nervure. — R, rail central strié. — *r r*, rails latéraux unis. Les joints se font au moyen de coins doubles, chassés dans des coussinets ménagées entre les saillies des chaises et les massifs réservés aux deux bouts de chaque rail.



Traverses, longrines, rails latéraux unis et rail central strié.



Rails en fer laminé pour roues à rebords, mode adopté par l'ingénieur anglais M. Bruff, dans l'application du nouveau système aux chemins de fer actuels. — Traverses. — Chaise. — Rails latéraux et central. — Coupe particulière du rail central strié au cylindre.



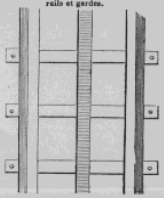
Rail central strié. — Ce rail est établi dans les mêmes proportions que le tube de propulsion du système atmosphérique. (*Voyez* les fig. ci-contre désignées par (*a*).



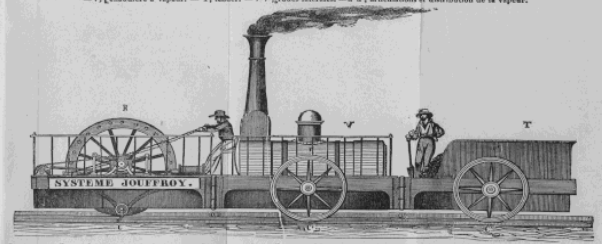
Rails laminés pour wagons à roues sans rebords. — L, longrine. — R, rail central. — *r r*, rails laminés à chair suivant le mode actuel. — G G, longrines avec gardes.



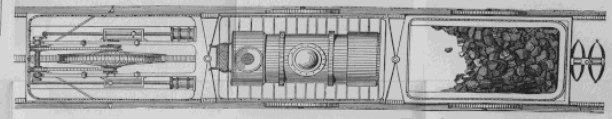
Rails laminés. — Longrines, traverses, rails et gardes.



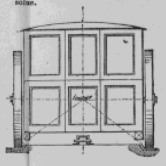
LOCOMOTIVE. *Coupe verticale, élévation, vue latérale.* — C C' C'', châssis. — B, roue motrice unique suivant toutes les courbures de la voie. — V, chaudière à vapeur. — T, tender. — *r r'*, roues latérales. — *a a'*, articulations et distribution de la vapeur.



LOCOMOTIVE. *Coupe dans le plan horizontal, parallèle à la voie.* — Premier châssis : roue motrice ; corps de pompe ; tige des pistons ; manivelles ; chaînes sans fin ; arbre de couche ; roues de transmission fixées à l'arbre de couche et à l'essieu de la grande roue ; manchon d'embrayage. — Deuxième châssis : chaudière. — Troisième châssis : tender ; ressorts de liaison et d'enrayage.



WAGONS. *Coupe transversale ou vue de face.* — Centre de gravité très bas. — Angle de stabilité obtus. Stabilité absolue.





Progression des wagons dans les courbes. — Dans le système Jouffroy, la plus grande largeur de la voie et le jeu des articulations neutralisent en grande partie les effets de la force centrifuge. — Double tangente, direction intermédiaire. — Dans le système actuel comme dans le système Arnoux les effets dangereux de cette même force ne sont atténués que par une moindre vitesse.

Paris.—Imprimerie de Wittersheim, rue Montmorency, 8.

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS

ET ÉCONOMIQUES.

Recherches sur la composition des gaz produits dans les opérations métallurgiques, etc.

Par M. EBELMEN.

Dans ce travail, j'ai continué à m'occuper de l'analyse des gaz produits dans les opérations du traitement du fer pour en déduire, soit la valeur calorifique de ces gaz, soit l'explication théorique des phénomènes qui se passent dans l'appareil métallurgique. J'ai cherché à étudier, sous ce double point de vue, le traitement du fer par la méthode anglaise, c'est-à-dire la fabrication de la fonte avec le coke, et l'affinage de la fonte de la houille dans le four à réverbère.

J'ai exécuté, sur deux hauts-fourneaux au coke, ceux de Vienne et de Pont-l'Évêque (Isère), un travail semblable à celui que j'ai présenté il y a deux ans à l'Académie, concernant les deux hauts-fourneaux de Clerval et d'Audincourt, marchant au charbon de bois. J'ai examiné les variations qu'éprouve la composition de la colonne gazeuse ascendante aux divers points de la hauteur du fourneau, et j'ai comparé les résultats de ces expériences entre eux et avec ceux précédemment obtenus dans les fourneaux au charbon de bois. Voici les principales conclusions auxquelles m'a conduit cette comparaison.

Dans la région du fourneau, comprise entre la tuyère et le *grand ventre*, il y a identité dans la composition des gaz produits avec le charbon de bois ou avec le coke. Dans les deux cas, l'acide carbonique, premier produit de la combustion, se change rapidement en oxide de carbone à une faible distance de la tuyère, et le mélange d'oxide de carbone et d'azote produit arrive au *grand ventre* sans éprouver de variations notables dans sa composition.

Les analyses prouvent que la réduction de l'oxide de fer du minerai à l'état métallique s'opère presque complétement dans la cuve, sans consommation de charbon, par la transformation partielle de l'oxide de carbone en acide carbonique. Ce résultat confirme pleinement les conclusions théoriques de mon premier travail. Dans les hauts-fourneaux au charbon de bois, la zone de réduction se trouve placée dans la moitié inférieure de la cuve. Avec le coke, au contraire, c'est dans la partie supérieure de la cuve du fourneau que la réduction s'opère avec le plus d'énergie.

La proportion d'hydrogène qui s'élevait de 2 à 6 pour 100 de la base de la cuve au gueulard dans les fourneaux au charbon de bois, reste constante avec le coke sur toute la hauteur du fourneau. Ce fait s'explique facilement par la différence de composition des deux combustibles.

La présence du sulfure de fer dans le coke m'a conduit à rechercher le soufre isolé ou en combinaison dans les gaz du haut-fourneau. Je n'en ai pas trouvé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de traces sensibles. Tout le soufre se retrouve dans la fonte ou dans le laitier à l'état de sulfure de calcium, comme l'a démontré M. Berthier.

Pour expliquer les différences de position de la zone réductive, suivant qu'on emploie le coke ou le charbon de bois, j'ai été conduit à comparer la température des fourneaux d'Audincourt et de Pont-l'Évêque dans les points semblablement placés de l'appareil. J'ai introduit dans le fourneau, à diverses hauteurs, des métaux inégalement fusibles, de façon à pouvoir connaître deux limites entre lesquelles cette température se trouvait comprise. J'ai reconnu ainsi que la température des hauts-fourneaux au coke était toujours notablement plus élevée que celle des parties correspondantes des fourneaux au charbon de bois. Si la réduction de l'oxide de fer commence avec énergie, tout près du gueulard, dans les fourneaux au coke, c'est que la température propre des gaz à leur sortie est encore très-élevée, tandis qu'elle s'abaisse souvent au-dessous de 100 degrés dans les fourneaux au charbon de bois.

Ces différences de température entre les deux classes de fourneaux s'expliquent à leur tour par ce fait que l'on consomme en moyenne dans le fourneau deux fois plus de carbone avec le coke qu'avec le charbon de bois pour obtenir le même poids de la même nature de fonte.

Dans le cubilot où l'on refond la fonte pour les moulages, on trouve un résultat inverse. Il faut ici deux fois plus de charbon de bois que de coke pour refondre la même quantité de fonte.

J'ai cherché à montrer dans mon Mémoire à quelles causes on doit attribuer ces différences singulières entre les effets calorifiques produits par les deux espèces de combustibles dans les fourneaux dont je viens de parler, ainsi que dans d'autres fourneaux employés dans les arts ou dans les laboratoires. L'explication que je propose m'a paru s'appliquer à tous les cas. Elle est fondée sur les différences bien constatées, reconnues dans la combustibilité relative des deux espèces de charbon, et sur les résultats déduits des expériences de Dulong sur les chaleurs de combustion du carbone et de l'oxide de carbone.

Dulong ayant aussi déterminé la chaleur de combustion du fer, j'ai pu, en m'aidant des résultats de cet illustre savant, et des faits reconnus sur la composition des produits gazeux dans le haut-fourneau, arriver à une explication simple et rationnelle de plusieurs circonstances fort singulières que présente leur allure et dont la cause était restée jusqu'ici tout à fait cachée.

Après avoir présenté les conclusions théoriques de mon travail, j'ai déterminé, au moyen des résultats des analyses, les quantités de chaleur que pourraient produire la combustion des gaz, leur volume total et la température de combustion; j'ai reconnu ainsi que le coefficient, qui représente la chaleur perdue, était représenté dans les deux fourneaux au coke étudiés par les fractions 0,815 et 0,855, la chaleur totale produite par la combustion du charbon étant représentée par l'unité : dans le fourneau au charbon de bois d'Audincourt, ce coefficient était 0,670.

La composition des gaz des fourneaux au coke, l'absence du soufre dans ces gaz et l'énorme quantité de chaleur développée par leur combustion dans les fourneaux au coke qui produisent ordinairement 10,000 à 12,000 kilogrammes de fonte par jour, ne permettent pas de douter que leur emploi ne conduise à d'importants résultats. L'habile maître de forge de Pont-l'Évêque, M. V. Frerejean, en brûlant les gaz de son haut-fourneau par des procédés identiques avec ceux découverts à Vasseralfingen par M. Faber-Dufaur, est arrivé à les utiliser pour l'alimentation d'un four à réverbère de mazerie dont le roulement est, depuis près d'un an, tout à fait régulier.

J'ai examiné, dans une autre partie de mon travail, la composition de l'air des cheminées à puddler et à réchauffer. La manière dont la combustion s'opère sur la grille des fours à réverbère à haute température n'était pas bien connue jusqu'à présent, et les métallurgistes admettaient généralement que la quantité d'air non altérée par son passage à travers la grille était ordinairement la moitié de la quantité totale. Mes expériences prouvent que cette manière de voir n'était pas fondée, et que la proportion d'air non brûlé en traversant le combustible n'est guère, en moyenne, que les 6 ou 8 centièmes de l'air total. Quand l'excès d'air s'abaisse au-dessous de cette limite, on trouve dans la cheminée des proportions très-notables de gaz combustibles : le maximum de température du four correspond à un excès d'air de 5 à 10 pour 100 dans les gaz des cheminées. Ce résultat se rapproche beaucoup des données théoriques d'après lesquelles ce maximum correspondrait à la transformation réciproque et complète de l'air et du combustible en eau, acide carbonique et azote.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'indique à la fin de mon Mémoire les résultats de nouvelles expériences sur la transformation des combustibles solides en gaz. Le coke, brûlé dans un fourneau à cuve par un courant d'air forcé, a produit un gaz formé d'oxide de carbone et d'azote dont la combustion a permis de maintenir pendant plusieurs jours un four à réverbère à la chaleur nécessaire pour la fusion de la fonte. L'analyse des gaz produits m'a permis de constater un fait intéressant, la présence d'une proportion notable d'hydrogène sulfuré, résultat qu'on ne peut attribuer qu'à la réaction de la vapeur d'eau contenue dans l'air injecté sur le sulfure de fer du coke.

Les essais dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie dans deux précédentes communications (*Technologiste*, 3e année, p. 241; 4e année, p. 586) sur la transformation des combustibles en gaz, ont donné lieu, dans les usines de la compagnie d'Audincourt, à des procédés devenus tout à fait pratiques. Trois générateurs de gaz, ne consommant que de menus charbons presque sans valeur, sont maintenus en roulement régulier et continu dans ces usines: l'un d'eux alimente un four à tôle qui permet de fabriquer, depuis cinq mois, 50,000 kilogrammes de tôle fine par mois. Dans les deux autres, on chauffe au blanc soudant des trousses destinées à la fabrication des grosses tôles avec une production journalière de 2,500 à 4,000 kilogrammes environ par chaque four.

Il y a tout lieu de croire que des procédés semblables à ceux employés à Audincourt permettront d'utiliser des combustibles terreux et de mauvaise qualité pour la production des températures les plus élevées dont on ait besoin dans la métallurgie du fer.

Moyen pour recouvrir d'acier le fer employé à divers usages.

Par M. J. Boydell, maître de forges.

Je me suis proposé, dans les procédés dont je vais donner en peu de mots la description, de passer les fers en barres entre les batteries des laminoirs, de façon telle qu'en en préparant des trousses et des fagots les barres produites fussent à l'intérieur recouvertes d'acier. Par ce moyen, je suis parvenu à produire des fers applicables à un grand nombre d'objets, surtout dans le cas où les articles manufacturés ou bien les pièces des machines ont besoin de présenter des parties dures ou des surfaces polies. Je citerai, comme exemple parmi une foule d'autres où cette application des barres que je fabrique ainsi pourrait avoir lieu très-avantageusement, les tiges des pistons, ainsi que toutes les autres pièces mobiles des machines à vapeur, les arbres de couche, moteurs et autres arbres et axes qui entrent dans la composition des machines, les parties quelconques de ces mêmes machines qui ont besoin d'être entretenues brillantes et bien polies, etc. On peut encore en fabriquer des barres polies qu'on place comme garde-feu devant les foyers, des tisonniers, d'autres ustensiles de ménage; en un mot, les barres fabriquées par ce moyen présentent toute la malléabilité du fer doux avec la dureté, la résistance et l'éclat si on les polit, d'un bel acier, et conviendront par conséquent dans tous les cas où on recherche ces propriétés dans les objets mécaniques ou manufacturés.

Pour mettre à exécution le procédé dont il vient d'être question, je prends un nombre de barres de fer et d'acier étirées dont je veux former un fagot suffisant pour la dimension de l'objet que l'on veut fabriquer, puis je les dispose de telle manière que celles en fer qui se trouvent à l'intérieur soient enveloppées à l'extérieur par les barres en acier. L'épaisseur des barres d'acier, relativement à la grosseur du fagot en fer, dépend de celle qu'on veut donner à la couche d'acier sur la pièce qu'on fabrique, et il est aisé de concevoir qu'on peut ainsi faire usage d'acier de la nature qui convient le mieux aux objets manufacturés qu'on a en vue.

Après avoir ainsi composé mon fagot en fer avec enveloppe en acier à la surface extérieure, je chauffe le tout dans un four, comme si c'était tout simplement une trousse ordinaire; seulement dans le cas où il ne faut qu'une couche très-mince en acier, ou un acier d'une d'une très-grande dureté, j'ajoute l'acier au fer lorsqu'il est chauffé déjà en partie, et c'est lorsque l'un et l'autre ont atteint le blanc soudant que je fais passer leur ensemble entre les rouleaux à gorge des laminoirs jusqu'à ce qu'il y ait soudure, et que j'aie obtenu la figure ou le profil requis, c'est-à-dire rond, carré triangulaire, ou autre de même que si je laminais une barre sans acier à sa surface extérieure.

Il est facile de concevoir que ce moyen fournit alors des barres de tout modèle et de profils variés qui, à l'extérieur, jouissent de toutes les propriétés de l'a-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cier, et qu'on peut obtenir de la sorte en fer acieré à la surface tous les objets qui peuvent se fabriquer ou se préparer aux laminoirs.

Je ferai remarquer que je n'ignore pas qu'on a déjà proposé divers moyens pour revêtir des barres de fer avec de l'acier en laminant cet acier, entre autres en donnant aux barreaux d'acier la forme de segments, de cylindres ou de gouttières, qu'on assemble ensuite autour de la barre de fer; on soude ensuite le tout en passant à travers les gorges du laminoir. Je ne discuterai pas les avantages ou les inconvénients de ce système; mais je pense néanmoins qu'il donne lieu à une main-d'œuvre plus considérable que mon procédé; qu'il nécessite plus de combustible; qu'il opère une soudure moins parfaite de toutes les pièces qui entrent dans la composition du fagot; et enfin qu'il altère davantage l'acier, puisqu'il faut un plus grand nombre de chauffes que dans le moyen que je propose, que j'ai mis à exécution, et qui me paraît simple et efficace.

Technologie de la garance.

Par M. J. Girardin,

Professeur de chimie à l'École municipale de Rouen et à l'École d'agriculture et d'économie rurale du département, président de la Société centrale d'agriculture de Rouen, correspondant de l'Institut royal de France, etc.

(Suite.)

V. *De l'adultération des garances et de leur essai.*

En raison du prix élevé de la garance, et surtout de la facilité d'introduire dans cette substance, qui se vend sous forme de poudre, des matières étrangères pulvérulentes que l'œil le plus exercé ne pourrait reconnaître, cette racine est l'objet d'une foule de fraudes qu'on ne saurait mettre trop de soins à signaler.

Ces fraudes sont de deux sortes :

Tantôt on incorpore à la poudre de garance des substances terreuses ou minérales; tantôt on y ajoute des substances végétales dont la couleur se rapproche de celle de cette racine, ou du moins ne peut sensiblement modifier celle de cette dernière. On conçoit que les moyens à employer pour constater la présence des unes et des autres doivent différer en raison de leur nature si diverse.

§ 1. *Adultération par les substances minérales.*

Les substances minérales qu'on a introduites, ou que l'on rencontre encore dans les garances moulues, sont :

de la brique pilée,
de l'ocre rouge et jaune,
du sable jaunâtre,
de l'argile ou terre argileuse jaunâtre.

Une garance qui contient des substances terreuses croque sous la dent quand on la mâche.

Une petite quantité d'une telle garance, 25 à 30 grammes, par exemple, introduite dans un grand ballon en verre et délayée dans 5 à 6 litres d'eau, ne tarde pas à laisser déposer au fond du vase la majeure partie des substances terreuses qu'elle contient. Lorsqu'on décante, au bout de quelques minutes la liqueur dans laquelle la poudre de garance est en suspension, qu'on agite avec de nouvelle eau le dépôt pour le débarrasser du reste de garance, on parvient à isoler assez de substances terreuses pour pouvoir les examiner.

Ce moyen, au reste, qui peut suffire pour déterminer la présence de ces substances dans une garance, ne peut servir à constater exactement la proportion dans laquelle elles existent. Il faut avoir recours à des procédés plus précis. Le meilleur consiste dans la calcination au rouge, c'est-à-dire dans l'incinération complète de la poudre végétale. Cette opération s'exécute dans un creuset de platine.

Après avoir composé un échantillon commun de la garance qu'il s'agit d'essayer, et avoir desséché la poudre à la température de +100° dans la petite étuve des laboratoires afin qu'elle ne perde plus de son poids, on en pèse 5 gram. très-exactement, qu'on introduit ensuite dans le creuset de platine taré à l'avance. On ferme le creuset et on le chauffe graduellement, en ayant soin de diviser de temps en temps la masse charbonnée au moyen d'une petite tige de fer très-propre et fort longue, afin d'accélérer l'incinération. A mesure que celle-ci avance, on augmente le feu. On reconnaît très-facilement que toute la matière végétale est brûlée, que la cendre ne retient plus aucune trace de charbon lorsque le résidu ne présente plus de parties rouges de feu, et qu'il ne se présente plus de petites étincelles lumineuses quand on l'agite avec la tige de fer. Après avoir bien secoué celle-ci pour faire tomber la cendre qui pourrait y adhérer, on retire le creuset du fourneau, on le laisse re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

froidir, puis on en prend le poids. Sa tare étant défalquée du poids brut, la différence donne la proportion de cendres obtenues.

Ces cendres se composent :

1° Des matières minérales fixes contenues dans la racine même pendant la végétation ;

2° Des substances terreuses, étrangères à la constitution chimique de la racine, et qui s'y trouvent accidentellement ou par addition frauduleuse.

Des expériences faites en grand nombre par M. Labillardière et par moi, en 1828, nous ont appris que la garance, bien pure et parfaitement dépouillée de tout son épiderme et séchée avec soin, donne par l'incinération 5 pour 100 de cendres ;

Que l'alizari de Provence, pourvu de pellicule, donne, terme moyen, 8,80 pour 100 de cendres ;

D'après M. Henri Schlumberger, 100 pesant d'alizari d'Alsace lavé à l'eau distillée, puis séché à 100°, donnent 7,20 de cendres ;

Tandis que 100 parties d'alizari d'Avignon, preparé de même, donnent 8,766.

D'après M. Chevreul, 100 parties d'alizari du Levant, séché à 100°, donnent 9,80 de cendres.

Lorsqu'une garance d'Avignon SFP (marque le plus généralement employée), soumise à l'essai de la combustion, donne un poids de cendres plus élevé que celui de 5 pour 100, chiffre que j'ai pris pour moyenne de mes nombreux essais sur des garances préparées par moi, l'excédant devra être attribué à la présence de matières étrangères terreuses ou sableuses, provenant d'une addition frauduleuse ou d'une mauvaise préparation de la poudre. Lorsque l'excédant n'est que de 3 à 4 centièmes, il est probable qu'il provient d'un vice dans la préparation de la garance, dont le fabricant n'aura pas séparé avec assez de soin, par la mouture, l'épiderme, toujours chargé de terre, qui entoure la racine. Mais lorsque cet excédant dépassera 4 ou 5 centièmes ou plus, c'est qu'à coup sûr il sera le résultat d'une fraude.

Les garances du commerce, prises chez les négociants, donnent des résultats bien variables sous le rapport de la proportion de cendres qu'elles fournissent, ainsi que les faits suivants le démontrent :

Sur	6 essais,	la garance *Mulle* d'Avignon m'a donné. . . . 40 pour 100 de cendres.
Sur	7 essais,	la garance SF d'Avignon. . . . . de 12,40 à 20 pour 100.
Sur	18 essais,	la garance SFF d'Avignon. . . . . de 7,40 à 23 pour 100.
Sur	4 essais,	la garance SFFRP d'Avignon. . . . . de 12 à 16 pour 100.
Sur	3 essais,	la garance SFFP d'Avignon. . . . . de 10 à 10,80 pour 100.
Sur	7 essais,	la garance EXTF d'Avignon. . . . . 10 pour 100.

Lorsqu'on essaye une garance par l'incinération, comme on opère sur 5 grammes, il faut multiplier le poids des cendres par 20 pour ramener à 100 parties, et soustraire ensuite du chiffre obtenu 7 parties, représentant le poids moyen des cendres propres à la bonne garance avec la tolérance que j'accorde ; le surplus représente la proportion de matières terreuses ou de sable ajoutés ou laissés à dessein dans la poudre par le fabricant. Par conséquent une garance fournissant 16,40 pour 100 de cendres, renfermera 9,40 pour 100 de matières étrangères.

Après l'incinération et la détermination du poids des cendres obtenues, il est quelquefois nécessaire d'examiner la nature de ces cendres. On procède alors comme pour l'analyse d'une terre. Mais cette analyse étant assez délicate, les industriels peuvent s'en dispenser.

La présence des matières terreuses dans la garance est très-préjudiciable au consommateur, en ce que non-seulement ces matières étrangères, remplaçant une quantité proportionnelle de garance, empêchent de doser convenablement, mais en outre parce qu'elles absorbent une plus ou moins grande quantité du principe colorant au détriment de l'objet à teindre, ces matières terreuses étant en général de la même nature que les mordants qui servent à fixer la matière colorante.

§ 2. *Adultération par les matières végétales.*

Les substances végétales qu'on introduit dans les garances sont des poudres de peu de valeur, ou d'une valeur toujours bien inférieure à celle de cette racine tinctoriale. Les substances qui ont été employées jusqu'ici pour cette fraude sont surtout :

La sciure de bois,
Les coques d'amandes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le son,
L'écorce dite de pin,
Le bois d'acajou,
Le bois de campêche,
Le bois de santal,
Le bois de sapan.

La falsification des garances par ces diverses substances est encore bien plus préjudiciable au teinturier que celle pratiquée au moyen des substances minérales, car, outre que ces poudres étrangères diminuent, comme ces dernières, la quantité de matière colorante d'un poids donné de garance, elles ont de plus le grave inconvénient de nuire à la teinture, soit en absorbant de la matière colorante, soit en s'opposant à la vivacité des couleurs.

Malheureusement, les moyens qu'on peut employer pour reconnaître ce nouveau genre de fraude ne sont ni aussi rigoureux ni aussi simples que le procédé qui sert à déterminer la présence des matières minérales. Il est extrêmement difficile de constater par quelle sorte de substance végétale une garance est fraudée; on ne peut le plus souvent que reconnaître qu'il y a mélange. Au surplus, c'est là le point le plus important, et le praticien, après tout, n'a besoin que de savoir la valeur tinctoriale de la garance qu'il achète.

Bien des moyens ont été proposés pour déterminer la faculté tinctoriale des garances et la quantité absolue du principe colorant qu'elles renferment; mais la plupart pèchent par l'exactitude ou par les difficultés et la longueur de l'exécution. Je vais indiquer ceux qui me paraissent préférables, et que j'emploie depuis longtemps déjà dans les essais de garances que je suis chargé de faire à chaque instant.

L'un de ces moyens consiste à déterminer le pouvoir colorant à l'aide du colorimètre de Labillardière.

Le second à reconnaître ce pouvoir colorant, ainsi que la solidité et la vivacité des couleurs, par une opération de teinture;

Enfin, le troisième essai a pour but de trouver la quantité absolue du principe colorant.

Ces différents essais sont toujours faits comparativement, en prenant comme type une garance préparée avec tous les soins possibles, et ayant les mêmes marques qu'il s'agit d'expérimenter. Comme pour les indigos et autres substances tinctoriales, un seul genre d'épreuve ne suffit pas, et en raison même de la difficulté qu'on éprouve à bien constater la valeur ou la qualité des garances, il est indispensable, pour prononcer avec quelque assurance, de contrôler un essai par un autre. Cette manière d'agir est sans doute plus longue et plus pénible, mais au moins elle conduit à des résultats satisfaisants.

1. *Détermination du pouvoir colorant à l'aide du calorimètre.* Voilà comment on opère en faisant usage des indications fournies par le colorimètre de Labillardière.

On fait sécher à 100° la garance type et la garance inconnue, et on tient compte des proportions respectives d'eau hygrométrique qu'elles renferment.

On prend ensuite 25 grammes de chaque échantillon; on les délaye avec 250 grammes d'eau à 20°. Après trois heures de contact, on jette le tout sur une toile. On fait une deuxième macération avec la même proportion d'eau et pendant le même temps. On lave ensuite les garances avec 250 grammes d'eau froide, puis on les fait sécher à 100°. On les pèse ensuite pour reconnaître les proportions de matières solubles, sucrées et mucilagineuses, qu'elles ont perdues par ces lavages préliminaires, qui n'entraînent qu'une quantité insignifiante de matière colorante rouge.

On prend alors cinq grammes de chacune des deux garances; on les introduit dans de petits ballons de verre avec 40 parties d'eau et 6 parties d'alun très-pur. On fait une ébullition d'un quart d'heure et on filtre le liquide bouillant. On lave le marc avec 2 parties d'eau chaude. On fait deux autres décoctions semblables à la première, et on lave chaque fois le résidu avec 2 parties d'eau chaude. On réunit le produit des trois décoctions, puis on compare au colorimètre les liquides provenant des deux échantillons de garance, en agissant avec tous les soins que j'ai indiqués dans mon *Mémoire sur les falsifications du rocou* (1).

Ce mode d'opérer, à quelques modifications près, a été conseillé primitivement par MM. Robiquet et Colin (2). On lui a reproché de ne pas épuiser complètement la garance de toute sa partie colorante rouge; mais ici il ne s'agit pas d'avoir la quantité absolue du principe colorant, mais bien des rapports de coloration aussi prononcés que possible; or, avec trois décoctions dans l'eau

(1) *Journal de Pharmacie*, t. XXII, p. 101, année 1836.

(2) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. I, p. 141, année 1827.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'alun, on a enlevé, comme je m'en suis assuré, presque toute la matière colorante rouge de la garance, et lorsque les échantillons qu'on essaye comparativement n'ont pas la même richesse tinctoriale, le mode opératoire prescrit indique très-approximativement leur valeur relative. Sans aucun doute, cet essai au colorimètre ne pourrait seul suffire pour porter un jugement certain; mais il fournit des indications précieuses, qui, combinées à celles que procurent les essais suivants, permettent de prononcer en toute conscience.

2. *Détermination de la faculté tinctoriale par teinture.* Pour estimer la valeur d'une garance par teinture, il faut prendre pour type de comparaison une garance de qualité supérieure, avec laquelle on a teint à l'avance des écheveaux ou des calicots mordancés, en agissant avec des proportions déterminées de poudre, de tissu et d'eau. Voici comment on doit préparer les échantillons qui servent de points de comparaison.

On choisit des calicots imprimés en mordant de rouge et de noir, et bien dégorgés dans un bain de bouse. On les divise en morceaux égaux en surface de 5 centimètres carrés, et on les teint avec des proportions progressivement croissantes de garance à partir de 1 gram. jusqu'à 10, de manière à avoir une échelle de dix nuances, dont les gradations représentent chacune un poids connu de garance. Le garançage de ces morceaux est pratiqué de la manière suivante.

Dans une grande bassine en cuivre à fond plat, au fond de laquelle on met un lit de foin, on dispose trois à quatre bocaux en verre, à large ouverture, de 1 litre 1/2 à 2 litres de capacité. On remplit la bassine d'eau ordinaire, échauffée à 40°, puis on introduit dans chacun des bocaux le coupon de calicot mordancé, la garance pesée avec soin, et enfin 3/4 de litre d'eau distillée, montée à la température de 40°. On fixe un thermomètre dans le bain-marie et on chauffe celui-ci avec assez de lenteur pour que l'eau ne parvienne à 75° que dans l'espace d'une heure et demie, mais en évitant surtout des alternatives de température. Au bout de ce temps, on pousse l'ébullition qu'on entretient pendant une demi-heure, puis on retire les échantillons, on les rince à l'eau froide et on les sèche.

On partage chaque coupon teint par moitié; l'une est conservée telle quelle, l'autre est soumise aux avivages suivants. On commence par un bain de savon à 50°, fait avec 2 grammes 1/2 de savon blanc par litre d'eau. Après une demi-heure de séjour dans ce bain, on rince exactement la toile à l'eau froide. On donne un nouveau bain de savon dans lequel on ajoute un demi-gramme de sel d'étain qu'on entretient à l'ébullition pendant une demi-heure; on lave et on rince. Les échantillons bien rincés sont séchés avec soin et conservés à l'abri de la lumière.

Lorsqu'on a ainsi préparé une série de nuances à deux états différents, c'est-à-dire une teinture sans avivage et avec avivage, on peut très-facilement trouver la valeur comparative d'une garance inconnue. En effet, il suffit d'en prendre 10 grammes au sortir des barriques et de faire toutes les opérations précédentes sur 5 centimètres carrés de calicot mordancé convenablement, et de comparer la teinture obtenue, avant et après l'avivage, aux dix nuances de la garance. Si par exemple, cette nuance équivaut au n° 5 de la garance, on en conclut que la garance inconnue est inférieure de moitié à la garance type, puisque

$$10 : 5 :: 100 : x = 50.$$

Quelles que soient les poudres végétales qui aient été introduites par fraude dans les garances, que ce soient des poudres tinctoriales ou des poudres inertes, elles ne peuvent jamais induire en erreur sur la véritable valeur tinctoriale du mélange, attendu que les couleurs qu'elles fournissent et qui saturent les mordants en même temps que la matière rouge de la garance ne peuvent résister, comme celle-ci, à l'action des avivages; elles *lâchent*, comme on dit, dans les bains de savon et de sel d'étain, et il ne reste en définitive sur les tissus que la couleur due à la garance. Les avivages sont donc surtout nécessaires pour faire connaître la solidité et la vivacité des nuances obtenues.

En place des calicots imprimés, on peut faire usage, pour ces essais de teinture, d'écheveaux de coton huilé et mordancé, tels qu'on les dispose pour la teinture du rouge des Indes. Dans ce cas, on prend des écheveaux du poids de 10 grammes, et on les teint avec des poids différents de bonne garance, depuis 20 jusqu'à 50 grammes, pour avoir ainsi une gamme de dix nuances distinctes. On opère d'ailleurs pour tout le reste de la même manière que pour les calicots imprimés.

L'essai pour teinture, tel que je viens de le décrire, est celui que j'emploie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

depuis 1851, et qui a été adopté depuis cette époque dans toutes nos indienneries de Rouen et de Bolbec, où mes élèves l'ont répandu. Il diffère fort peu de celui qui a été publié, en 1855, par M. H. Schlumberger de Mulhausen (1).

3. *Détermination de la quantité du principe colorant.* De tous les procédés indiqués jusqu'ici pour atteindre ce but, le plus précis est, sans contredit, celui que M. Schlumberger a fait connaître en 1838 (2), et qui a été heureusement modifié par M. Scheurer (3). Mais ce procédé, fondé sur la solubilité de la matière colorante rouge de la garance dans l'acide acétique faible, fait indiqué dès 1829 par un chimiste qui a gardé l'anonyme (4), est malheureusement trop délicat et exige une trop grande habileté des manipulations, pour qu'il ait pu devenir usuel.

Voici celui que je mets en pratique depuis fort longtemps.

On prend 50 grammes de garance, on les délaye avec 50 grammes d'acide sulfurique concentré. On laisse le tout en contact pendant quelques heures, en évitant que la température ne s'élève trop, puis on délaye le charbon obtenu dans l'eau et on jette sur un filtre. On lave ce charbon jusqu'à parfaite insipidité de l'eau de lavage, et on le fait sécher à une température de 100°, dans la petite étuve de Gay-Lussac.

On réduit ce charbon en poudre fine et on le fait macérer, pendant deux heures et à trois reprises différentes, avec de l'alcool froid, un peu éthéré, pour le dépouiller d'une matière grasse qu'il retient. On fait bouillir la poudre dans de l'alcool à 36°, à trois reprises différentes, en employant à chaque fois environ 250 grammes d'alcool. Quand celui ci ne se colore plus par son ébullition sur la poudre, on réunit toutes les liqueurs alcooliques, ou les distille dans une petite cornue de verre jusqu'à consistance sirupeuse, et on achève la concentration du liquide au bain-marie dans une capsule de porcelaine tarée. Quand l'extrait est bien sec, on en prend le poids. Celui-ci représente la proportion de matière rouge tinctoriale renfermée dans la garance.

Ce procédé est un peu long, il ne donne pas, surtout en petit, toute la proportion absolue de matière colorante contenue dans la garance, il y a un peu de perte; mais en agissant comparativement on peut compter sur une approximation qui suffit.

Tels sont les différents moyens que la science nous enseigne pour reconnaître la qualité, la pureté ou les falsifications des garances. Dans la plupart des cas, la calcination peut suffire, et, à la rigueur, la calcination et l'essai par teinture, exécutés concurremment, permettent au praticien de porter un jugement assuré sur les garances qu'il doit mettre en œuvre.

En voyant la minutie et le nombre des opérations auxquelles il faut avoir recours, pour pouvoir estimer sérieusement la valeur relative des garances, on comprend facilement que l'examen de ces garances, à la simple vue, tel que le pratiquent les négociants, ne peut fournir aucun renseignement exact, et doit même dans la plupart des cas conduire à des conclusions erronées. Le procédé des négociants consiste à étaler sur une feuille de papier, et les uns à côté des autres, des échantillons de garance, 50 à 40 grammes environ, dont on fait de petits tas qu'on aplatit et dont on unit la surface avec le dos d'une spatule d'ivoire. On porte ensuite ces échantillons à la cave ou dans un endroit un peu humide, où ils séjournent pendant 12 à 15 heures. Au bout de ce temps, on estime la qualité, d'après la vivacité et la nuance de la poudre.

Mais, ainsi que l'a déjà fait observer M. H. Schlumberger (1), ce moyen n'indique pas, même approximativement, la richesse colorante des garances, puisque déjà un contact peu prolongé à l'air suffit pour les foncer, et que beaucoup de circonstances peuvent changer leur nuance, sans pour cela faire varier leur valeur tinctoriale. D'un autre côté, les garances vieilles, d'une nuance terne, peuvent être bien supérieures à d'autres d'une belle nuance recherchée. Le mode d'essai des négociants et des courtiers met souvent le fabricant de garance dans une fausse position, en le forçant d'aviver la nuance de ses poudres, afin de les rendre plus vendables, et cela quelquefois au détriment du pouvoir tinctorial. On facilite encore ainsi à la fraude le mélange des garances avec des substances étrangères, convenablement colorées et bien pulvérisées, qui servent à rehausser la nuance des poudres; et il est impossible, par le *travail de la cave*, de reconnaître ces mélanges, comme je m'en suis assuré bien des fois.

(1) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. VIII, p. 300.
(2) *Id.* t. XI, p. 323,
(3) *Id.* t. XI, p. 339.
(4) *Id.* t. II. p. 407.

(1) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. II, p. 313.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai fait à dessein des mélanges de garance, de poudre d'acajou et de santal, en certaines proportions, et ces mélanges essayés par les négociants qui se disaient très-experts dans l'estimation des garances par *le seul travail de la cave*, ont été pris par eux pour des garances pures de première qualité !

Essai des garancines. La qualité des garancines varie à chaque instant, ainsi que je l'ai déjà dit, non-seulement de fabrique à fabrique, mais même d'une livraison à l'autre de la même maison. Ainsi, un fabricant envoie une série de quinze à vingt barriques d'excellente qualité, et, quinze jours après, le même producteur en envoie une autre qui vaut 20 à 25 pour 0/0 de moins que la précédente. Il arrive souvent que, dans la même série, il se trouve de bonne et de mauvaise garancine ; aussi, autant que possible, doit-on essayer comparativement chaque barrique de ce produit. Il est à peu près passé en usage actuellement que le vendeur reprend les garancines qu'il a livrées à l'indienneur, avec indemnité pour les pièces manquées, lorsque la qualité des poudres est inférieure à celle annoncée.

L'essai des garancines se fait par teinture en grand et en petit. Voici comment nous opérons dans le dernier cas.

On lève des échantillons à même les barriques qui arrivent, en ayant soin de bien boucher les flacons où on les renferme au fur et à mesure en les étiquetant, afin d'éviter qu'ils ne sèchent, ce qui cause, en été surtout, une bonification de 5 à 6 pour 0/0 en peu de jours, à cause de l'eau qui s'évapore.

On prend une pièce de calicot imprimée en bandes, rouge, violet, puce et grenat (le noir est inutile, attendu que toutes les garancines le font très-bien), dégommée comme d'habitude et séchée. On en coupe autant de décimètres qu'il y a de garancines à essayer, et on marque les morceaux en leur faisant des entailles avec les ciseaux, entailles qui correspondent aux numéros des flacons.

On pèse 1 gramme 90 ou 2 grammes de bonne garancine connue qui doit servir de type, et pour les garancines à essayer, on en prend 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 pour 0/0 de plus ou de moins de 1,90 ou 2 grammes, selon qu'elles coûtent 1, 2, 3, 4, etc., pour 0/0 de moins ou de plus que la garancine type. A mesure qu'on pèse les échantillons, on les met chacun dans un bocal à large ouverture de 1/2 litre, avec 2 à 2 1/2 décilitres d'eau additionnée d'acide oxalique, dans la proportion de 15 centigrammes par litre. Les bocaux reçoivent des numéros correspondants aux échantillons de garancines et de tissu. On les place au bain-marie dans une chaudière en cuivre à fond plat, on y introduit les morceaux de calicot imprimé, puis on teint comme pour les essais de garance par teinture, en réglant le feu de manière à monter en une heure et demie à 70° et à maintenir ensuite à l'ébullition pendant une demi-heure. Après la teinture, on sort le plus vite possible les toiles des bocaux, on les rince à l'eau et on les bat, puis on les sèche, ou avant on les passe pendant 5 à 6 minutes dans un bain de son à 75°. Quand ils sont secs, on les compare, et on peut ainsi estimer aussi exactement que possible les valeurs tinctoriales relatives des garancines.

En opérant avec des calicots qui présentent à la fois des bandes mordancées pour rouge, violet, puce et grenat, on voit immédiatement et d'un seul coup si les garancines peuvent servir avec le même avantage pour toutes les couleurs, ou quelles sont les nuances pour lesquelles elles peuvent préférablement convenir. J'ai déjà dit que la même garancine ne fait pas toujours également bien le rouge et le puce ou le violet.

Préparation de la garancine avec les résidus de garance.

Par M. F. Steiner, teinturier en rouge d'Andrinople.

Le procédé que je vais décrire a pour but de préparer la matière colorante appelée garancine avec les débris de garance ou les résidus qui ont déjà servi à la teinture et qu'on jetait auparavant comme inutiles et sans valeur, garancine qu'on n'a guère produite jusqu'à présent qu'avec de la garance fraîche et qui n'a point encore servi. Voici comment je procède à la préparation de ce produit.

En dehors des bâtiments où sont placées les cuves à teinture, j'établis un grand filtre en creusant un trou dans la terre et en le garnissant au fond et sur les parois de briques, mais sans mortier pour les unir. Sur les briques du fond, je dépose une certaine quantité de pierres ou graviers, et sur ces graviers une grosse toile à sac. Au-dessous du fond en briques est un conduit qui sert à évacuer les eaux qui passent à travers le filtre.

Dans un tonneau placé près du filtre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se trouve préparée une certaine quantité d'acide sulfurique étendu du poids spécifique de 103, l'eau étant 100. L'acide chlorhydrique remplirait toutes les conditions aussi bien que l'acide sulfurique, mais j'accorde la préférence à ce dernier parce qu'il est plus économique. J'établis un canal depuis les cuves jusqu'au filtre, et la garance qui a déjà servi dans la teinture, et qui dans cet état est considérée comme épuisée et comme un résidu, est évacuée de ces cuves dans le filtre; pendant que cette garance chemine ainsi, on introduit dans le canal une certaine dose d'acide sulfurique étendu qu'on y mélange avec soin, ce qui change la couleur de la solution, ainsi que de la garance non dissoute qui prennent une teinte orangée. L'acide précipite la matière colorante qui était en solution et empêche la garance non dissoute de fermenter ou d'éprouver telle autre décomposition.

Lorsque les liquides qui mouillent cette garance ont passé à travers le filtre, on enlève le résidu que contient celui-ci et on l'introduit dans des sacs. Ces sacs sont placés sous une presse hydraulique pour extraire autant d'eau qu'il est possible de leur contenu; ces sacs, ainsi passés à la presse, ont perdu en eau de moitié à deux tiers de leur poids. Pour rompre le gâteau qui s'est formé par la compression, le résidu est passé à travers un crible; puis à 250 kilog. de garance dans cet état, qu'on dépose dans une cuve en bois ou en plomb, on ajoute 50 kilog. d'acide sulfurique du commerce, qu'on répand sur la garance à l'aide d'un vase en plomb semblable à l'arrosoir ordinaire des jardiniers. Dans cet état, on brasse la matière avec une sorte de bêche ou avec un rouable pour opérer parfaitement le mélange de l'acide, et quand ce mélange est fait on enlève la garance et on la jette sur un plateau de plomb perforé placé à environ 15 ou 16 cent. au-dessus du fond d'une cuve. Entre ce plateau et le fond de cette cuve, on introduit un courant de vapeur à l'aide d'un tuyau, de façon que celle-ci arrivant entre les deux fonds s'élève à travers les perforations du plateau et vient imprégner la matière.

Pendant cette opération, qui peut durer de une à deux heures, il se produit une substance brune approchant du noir; cette substance est de la garancine mélangée à une matière insoluble carbonisée. On étend cette substance sur le plancher pour la faire refroidir, et quand elle est froide on la jette sur un filtre où on la lave avec de l'eau pure et froide jusqu'à ce que les eaux de lavage ne présentent plus la moindre acidité; on introduit alors dans des sacs et on soumet à la presse hydraulique. Cela fait, on sèche à l'étuve et on réduit en poudre avec le moulin à garance ordinaire, et enfin on passe au tamis.

Afin de neutraliser jusqu'aux moindres traces d'acide qui pourraient encore subsister, on ajoute par chaque quintal métrique de cette substance 4 à 5 kilog. de carbonate de soude à l'état sec et on mélange entièrement; dans cet état la garancine est propre à être employée (1).

De la préparation du tanin.

Par M. Dominé.

(Extrait.)

M. Pelouze a fait connaître le moyen facile d'extraire le tanin de la noix de galle au moyen de l'éther par la méthode de déplacement; sans le travail de cet habile chimiste, l'emploi du tannin pur en médecine et dans les arts eût été impossible, tant étaient grandes les difficultés inhérentes au procédé connu jusqu'alors. Cependant, lorsque des opérateurs plus nombreux voulurent appliquer le procédé tel qu'il avait été décrit par son auteur, ils ont eu souvent un insuccès dont ils ont eu peine à se rendre compte. M. Robiquet signale le fait sans avoir découvert, à ce qu'il paraît, la cause qui y donnait lieu. Dans les opérations mêmes qui marchaient avec régularité, le procédé de M. Pelouze devenait insuffisant pour une fabrication un peu active; aussi, lorsque M. Leconnet eut appris comment on pouvait remplacer la méthode de déplacement par la simple pression, tous les fabricants adoptèrent le nouveau système. Cependant l'expérience a fait connaître que, même par ce procédé ainsi modifié, on était loin d'avoir toujours des produits égaux pour la quantité, ou d'une extraction constamment facile, et c'est ce qui a déterminé M. Do-

(1) Nous pensons que le procédé de M. F. Steiner, patenté d'importation en Angleterre, est le même que celui pour lequel M. Léonard Schwartz de Mulhausen a pris récemment un brevet en France, et à l'aide duquel il fabrique avec les résidus de garance une garancine qu'on trouve aujourd'hui dans le commerce. Au reste on peut consulter à ce sujet le savant mémoire de M. Girardin, sur la *Technologie de la garance*, que nous venons d'insérer dans notre recueil, et dans lequel il est question, à la page 369, de ce procédé. F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

miné à rechercher quelles étaient les circonstances qui pouvaient nuire à l'opération ou lui être avantageuses ; et après de nombreuses recherches dans le détail desquelles nous n'entrerons pas ici, ce chimiste a en définitive indiqué le procédé suivant comme le plus constant et le plus favorable pour obtenir le tanin le plus pur de la noix de galle.

Portez la poudre de noix de galle à la cave, et laissez-lui absorber pendant trois ou quatre jours l'humidité hygrométrique ; mettez-la dans un vase à large ouverture que l'on puisse hermétiquement fermer (on se sert, à la pharmacie centrale de Paris, d'un cylindre en étain fermé par un couvercle double à la manière des anciennes boîtes à bouillon). On verse sur la noix de galle la quantité d'éther ordinaire, et non d'ether pur, marquant 56°, qui suffit pour en faire une pâte molle. On opère rapidement le mélange intime à l'aide d'une spatule en bois et l'on couvre le vase. Au bout de 24 heures, on met la matière dans un carré de toile de coutil forte, et l'on soumet promptement à l'action graduée d'une bonne presse. On étale sur des assiettes, à l'aide d'un pinceau, le liquide sirupeux qui s'est écoulé, et l'on porte les assiettes dans une étuve chauffée de 40 à 45 degrés. La matière se boursoufle beaucoup et laisse le tannin en feuillets légers et à peine colorés.

On divise le marc qui est resté sous la presse, on le remet dans un vase d'étain et on le réduit en pâte avec de l'éther chargé d'eau. A cet effet, 100 parties d'éther ordinaire à 56 degrés sont agités vivement avec 6 parties d'eau. Sans donner aux deux liquides le temps de se séparer, on les verse sur la noix de galle, et l'on continue l'opération comme il a été dit. Deux traitements suffisent, le troisième ne deviendrait nécessaire qu'autant qu'on n'aurait pas eu à sa disposition une presse suffisamment énergique.

Le tanin obtenu par le procédé de M. Pelouze n'est pas parfaitement pur ; il retient un peu de chlorophylle, d'huile volatile, d'acide gallique et d'acide ellagique. Le tanin obtenu par la pression est probablement moins pur encore, mais il suffit toutefois au besoin de la médecine et des arts. Pour le purifier, on emploie avec avantage le procédé suivant, qui a été donné par M. Guibourt. On met dans un vase parties égales de tanin, d'eau et d'éther lavé, on agite pendant quelque temps, la matière se partage en trois couches ; celle inférieure est du tanin pur qu'il s'agit alors de faire dessécher à la manière ordinaire.

Nouveau mode d'essai pour déterminer la valeur des potasses, soudes, acides et manganèses du commerce.

Par les docteurs R. Fresenius et H. Will.

I. *Essai des potasses et des soudes pour déterminer leur valeur commerciale. — Alcalimétrie.*

Les méthodes qui ont pour but de déterminer la quantité de potasse ou de soude pure, ou plutôt de carbonates de ces bases, que renferment les potasses et les soudes du commerce, portent le nom de *méthodes alcalimétriques*, et leur ensemble celui d'*alcalimétrie*. L'importance de ces méthodes pour le commerce, l'intérêt qu'elles présentent, tant au fabricant qu'au consommateur, ont déterminé déjà plusieurs chimistes à en faire l'objet d'une étude spéciale. Tous, néanmoins, ont adopté un seul et même principe, savoir celui que Descroizilles a posé le premier. Les méthodes alcalimétriques de M. Gay-Lussac et autres chimistes ne sont que des modifications de ce mode originaire d'épreuve et n'ont eu d'autre but, tantôt que de faciliter les manipulations dans l'operation, tantôt de donner plus de certitude aux résultats. Ces méthodes sont devenues d'un usage si commun, et elles sont si familières aux fabricants, que nous pouvons sans inconvénient nous dispenser d'expliquer le principe sur lequel elles ont été fondées.

Les conditions nécessaires pour réussir en appliquant les méthodes établies sur le principe de Descroizilles sont faciles à remplir quand on opère avec précision, qu'on a de bons appareils et qu'on a de la pratique et de la patience, et en tant du moins que les potasses ou les soudes qu'il s'agit d'essayer ne sont pas mélangées à d'autres sels ou à des impuretés qui saturent l'acide sulfurique tout aussi bien que les carbonates alcalins. Or les sels de cette espèce sont toujours présents en quantité plus ou moins considérable dans les cendres des plantes, et en particulier dans les soudes factices ; dans les premières en particulier, les silicates et phosphates alcalins, les carbonates, phosphates et silicates des terres alcalines, et dans les secondes les sulfates et hyposulfites de soude, le sulfure de sodium, et en outre, dans la soude brute, le carbonate de chaux et le sulfure de calcium.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi ces sels, ceux insolubles dans l'eau (les sels terreux) peuvent, en traitant les échantillons par l'eau, être séparés par le filtre, mais d'un côté il est très-difficile de se débarrasser de ceux qui sont solubles (les soudes qui renferment des sulfites ou des sulfures des métaux alcalins doivent, avant d'être soumises aux essais, être fondues avec du chlorate de potasse), et de l'autre à peu près impossible d'en venir à bout quand les matières sont souillées par des hyposulfites, des silicates et des phosphates. La présence de ces sels est la cause pour laquelle les essais des potasses et des soudes, tels qu'ils ont été pratiqués d'après les méthodes actuelles, ne méritent pas une confiance et ne présentent pas une exactitude absolue dès que ces impuretés sont en quantité un peu notable. Il en résulte que la quantité pour cent de ces potasses ou de ces soudes en carbonates alcalins est presque toujours évaluée trop haut au détriment de l'acheteur, erreur qui vient encore s'ajouter à toutes les fautes qu'on peut faire dans l'opération.

On peut se faire une idée de l'importance et de la portée de cette dernière source d'erreurs quand on saura que des qualités de soude réputées les mêmes dans le commerce renferment cependant des quantités considérables de sulfite et d'hyposulfite de soude, et qu'on n'a pas pu encore arriver au moyen des méthodes actuelles et pour beaucoup de ces alcalis, à des résultats tant soit peu rapprochés entre eux (3, 4, 6, et plus pour 0/0 en excès). Cette circonstance acquiert d'autant plus de poids que l'emploi de la potasse et des soudes préparées avec les cendres des plantes est dédaigné aujourd'hui pour les soudes artificielles.

En résumant tous les griefs, il en résulte que toutes les méthodes alcalimétriques en usage, donneraient de bons résultats sans la présence des sulfures métalliques, des silicates, phosphates, sulfites et hyposulfites, en supposant toutefois que le manipulateur fût exercé et que toutes les autres conditions fussent remplies; mais que, dès que ces sels sont présents, circonstance qui, comme on l'a dit, a lieu presque toujours avec les potasses et les soudes du commerce, il devient difficile, sans un concours de circonstances ou conditions favorables, d'obtenir des résultats satisfaisants, ou même il y a impossibilité matérielle à cet égard.

Quand on considère le nom et l'habilete des chimistes qui se sont occupés du perfectionnement des méthodes basées sur le principe adopté jusqu'à présent, et les modifications éminemment ingénieuses qui y ont été proposées successivement, on demeure convaincu que les défauts qu'on leur reproche ne proviennent en aucune façon de manipulations défectueuses dans la conduite de l'opération, mais qu'ils sont évidemment la conséquence du principe même qui leur a servi de fondement, et enfin qu'il ne sera pas possible de les faire disparaître tant qu'on conservera ce principe.

Les méthodes dont nous nous servons pour les essais, et dans l'explication desquelles nous allons entrer ci-après, reposent sur un principe différent non moins simple et évident, mais diamétralement opposé au précédent.

Lorsqu'on veut découvrir la composition d'un corps composé dont les parties constituantes sont dans un rapport connu déterminé et invariable, il n'est pas nécessaire de constater la quantité de ces diverses parties, attendu que la détermination de l'une ou de l'autre d'entre elles suffit pour établir le rapport quantitatif de la combinaison qui constitue ce corps. Le but de l'essai de la potasse ou de la soude est la détermination du carbonate alcalin qu'elles renferment. D'après le principe qui vient d'être posé (toujours en supposant que l'acide carbonique et les alcalis sont en proportions définies), ce résultat peut être obtenu tout aussi bien par le dosage de l'acide carbonique que par celui des alcalis. Les méthodes alcalimétriques actuelles ont toutes reposé sur l'appréciation de la quantité d'alcali, et principalement sur la mesure de l'acide nécessaire à la saturation de celui-ci; au contraire, suivant notre méthode, on atteint le but en évaluant la proportion de l'acide carbonique qui se trouve combiné avec les alcalis.

Pour fonder une méthode d'essai sur ce principe, la première et la plus importante condition à remplir était d'adopter un mode palpable de mesurer l'acide carbonique propre à satisfaire dans tous les cas aux besoins de la pratique.

Pour le dosage de l'acide carbonique, on se sert, comme on sait, de diverses méthodes. Tantôt on porte à une certaine température le composé qu'il s'agit d'analyser; tantôt on y ajoute des substances qui séparent l'acide carbonique des bases, et on détermine sa quantité par la perte de poids. Bien plus fréquemment encore, on établit cette quantité par voie humide, soit en con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duisant cet acide gazeux dans une liqueur (lessive de potasse) qui l'absorbe, et qui donne sa quantité par l'augmentation de son poids, soit en le chassant par l'addition d'un excès d'acide avec la précaution de veiller à ce qu'il ne se perde pas en même temps d'autre matière, comme de l'eau, par exemple, et en évaluant sa quantité par la perte de poids. Parmi toutes ces méthodes, il est facile de voir au premier coup d'œil qu'il n'y a que la dernière qui soit applicable dans la pratique, et d'ailleurs on possède déjà pour faire cette application des appareils nombreux dus à MM. Berzelius, H. Rose, Fritzsche, Erdmann et Marchand, etc. De notre côté, nous nous sommes servi d'abord d'un appareil d'une construction extrêmement simple, et qui nous paraît propre à bien faire comprendre ce qui vient d'être dit.

On introduit dans une fiole A, fig. 1, pl. 55, le tube *a* qui renferme le composé carbonaté qu'on veut analyser, et le tube *b* qui contient l'acide (chlorhydrique ou mieux sulfurique étendu), qui doit servir à la décomposition; ce second tube doit avoir assez de longueur pour qu'il ne puisse pas tomber et déverser quand l'appareil reste droit. Cela fait, on ferme la fiole avec un bouchon dans lequel on a introduit préalablement un tube B renfermant du chlorure de calcium, ainsi qu'un autre tube fin recourbé *c*, qui d'un bout plonge jusqu'au fond de la fiole A, et à son autre extrémité est fermé par un bouchon de cire *d*. L'appareil étant ainsi monté, on le pèse, puis on le penche pour que l'acide du tube *b* se déverse sur l'alcali renfermé dans le tube *a*. Dès qu'il y a contact, l'acide carbonique se dégage et passe à travers le tube rempli de chlorure de calcium où il se dépouille de son humidité. Quand le dégagement a cessé, et qu'une légère chaleur qu'on applique ne produit plus rien, on chasse l'acide carbonique qui existe encore dans l'appareil en enlevant le bouchon de cire qui ferme le tube *c*, y unissant un autre tube chargé de chlorure de calcium à l'aide d'un cylindre de caoutchouc, et opérant une succion en B, jusqu'à ce que l'air que cette succion amène n'ait plus la moindre saveur ni odeur d'acide carbonique. L'appareil est alors pesé de nouveau, et sa perte de poids donne la quantité d'acide carbonique qui était contenu dans le composé soumis à l'essai.

Cet appareil fournit des résultats très-exacts et laisse peu de chose à désirer au chimiste; toutefois il ne pouvait remplir notre but, attendu qu'il n'était propre à décomposer que de petites quantités de matière, lesquelles exigent une balance très-sensible si on veut avoir des résultats tant soit peu exacts. Nous avons donc construit un autre appareil au moyen duquel on opère la dessiccation de l'acide carbonique, non plus comme dans le précédent par le chlorure de calcium, mais de la manière la plus simple par l'acide sulfurique lui-même, qui sert à chasser l'acide carbonique de sa combinaison; en outre, cet appareil opère la décomposition d'une quantité assez considérable de matière, et on ne craint pas en l'employant de n'avoir pas suffisamment d'acide pour opérer cette décomposition. L'eau se trouve aussi arrêtée d'une manière bien plus complète qu'il n'est possible de le faire avec le chlorure de calcium lorsque le dégagement du gaz se fait avec une certaine rapidité. Il est inutile encore d'appliquer la chaleur, attendu que l'acide sulfurique pourvoit lui-même à cette condition. Enfin, l'exactitude et la constance des résultats obtenus, même quand on se servait des balances les plus ordinaires des pharmaciens, a surpassé notre attente, et la simplicité de l'appareil permet à chacun de le monter aisément, ainsi qu'on va le voir, par la description que nous allons en donner.

A et B (fig. 2) sont deux flacons qu'on peut remplacer si on veut par des fioles à médecine lorsqu'elles présentent des ouvertures suffisamment grandes. A peut contenir 60 à 80 grammes d'eau; B est un peu plus petit et n'en peut renfermer que 45 à 50 grammes. Ces flacons sont fermés par des bouchons de liége dont chacun est percé de deux trous; ces trous sont destinés à livrer passage aux tubes *a*, *c* et *d*, ainsi que le représente la figure. Les extrémités de tous ces tubes sont ouvertes. Quand on se sert de l'appareil, le tube *a* est fermé à son extrémité *a* par un bouchon de cire. On dépose dans le flacon A la substance pesée qu'on veut essayer, et on y verse aussitôt de l'eau jusqu'au tiers environ, et enfin on remplit à moitié le flacon B avec de l'acide sulfurique anglais ordinaire. Cela fait, on adapte les bouchons, on pèse l'appareil, puis on aspire un peu par le tube *d* pour raréfier l'air dans tout l'appareil. Il s'ensuit que l'acide sulfurique renfermé dans le flacon B monte par le tube *c*, et qu'une portion se déverse par ce tube dans le flacon A; aussitôt que cet acide tombe dans la solution de carbonate, on voit se manifester un vif dégagement d'acide carbonique. Par suite de la disposition

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'appareil, cet acide doit venir passer à travers l'acide sulfurique en B avant de pouvoir s'échapper par le tube *d*, qui est la seule voie que lui présente l'appareil, et au moyen de ce passage l'humidité qu'il renferme lui est soustraite d'une manière infiniment plus parfaite que par toute autre méthode usitée jusqu'alors.

Lors du déversement de l'acide sulfurique, la liqueur en A s'échauffe et se dilate, ainsi que l'air qui se trouve au-dessus d'elle ; lors du refroidissement, la liqueur et l'air reprennent leur volume primitif, d'où il résulte qu'une nouvelle portion d'acide sulfurique coule vers A dès l'instant que cesse ou se ralentit le dégagement du gaz. D'ailleurs la cause de ce déversement de l'acide qui se répète de lui-même est, dès le commencement de l'opération, favorisée par une autre, savoir, que l'acide carbonique en A est absorbé par le carbonate alcalin qui n'est point encore décomposé pour former un sesqui ou un bicarbonate alcalin ; toutefois, si on voulait abandonner à ces seules causes ce déversement répété de l'acide sulfurique, l'essai pourrait bien se prolonger longtemps, et il est bien plus simple, toutes les fois que le dégagement du gaz ne se manifeste plus, d'opérer une succion, comme au commencement, par le tube *d*, pour raréfier les gaz renfermés dans l'appareil. L'opération de cette manière est terminée en quelques minutes.

Quand le carbonate est complétement décomposé, ce dont on s'aperçoit à ce qu'en faisant déverser de nouvel acide il n'y a plus de dégagement, on procède à une nouvelle succion, pour faire passer de l'acide de B en assez grande quantité dans A ; au moyen de quoi la liqueur s'échauffe tellement, qu'elle laisse dégager tout l'acide carbonique qu'elle avait absorbé. Dès que ce nouveau dégagement a cessé entièrement, on ouvre l'extrémité du tube *a*, en enlevant le bouchon *b* de cire, et on aspire en *d* jusqu'à ce que l'acide carbonique dont l'appareil est encore rempli soit remplacé par l'air atmosphérique, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'on aspire de l'air pur. Alors on laisse l'appareil refroidir, on le sèche et on le pèse. La perte de poids donne la quantité d'acide carbonique qui était renfermé dans l'échantillon, avec la plus grande précision. Quant au moyen simple à l'aide duquel on déduit de l'acide carbonique trouvé la richesse des potasses et des soudes en carbonates alcalins, nous nous en occuperons dans la suite de ce mémoire.

Le mode de dosage de l'acide carbonique dont il vient d'être question sert de base aux diverses méthodes d'essai que nous appliquons non-seulement à l'alcalimétrie, mais encore à l'essai des acides et des manganèses, et l'appareil décrit et représenté dans la fig. 2, est celui qui sert aussi à faire ces essais.

Avant d'entrer dans les détails de la méthode, nous croyons qu'il est nécessaire de faire connaître les expériences à l'aide desquelles on pourra se convaincre de l'exactitude des résultats qu'on obtient avec notre appareil. Ces expériences ont été conduites de la manière suivante : on a d'abord soumis aux essais du carbonate de soude chimiquement pur, puis ensuite diverses sortes de soudes artificielles dont la teneur nous était parfaitement connue et préparées avec du carbonate de soude et du sel de Glauber mélangés ensemble ; tous les essais ont été faits à dessein avec les balances ordinaires des pharmaciens.

1°	4.830	de carbonate de soude pur ont fourni en acide carbonique	2.010
2°	4.830	*id.* . . . . . *id.*	1.995
3°	4.830	*id.* . . . . . *id.*	2.020
4°	2.560	*id.* . . . . . *id.*	1.062
5°	4.255	carbonate de soude cristallisé ont fourni en acide carbonique	0.665
6°	4.275	*id.* . . . . . *id.*	0.655

Il en résulte que :

L'essai	n° 1 a fourni en acide carbonique	41.61, tandis qu'il aurait dû donner	41.30 p. 0/0
	n° 2	41.30	*id.*
	n° 3	41.82	*id.*
	n° 4	41.45	*id.*
	n° 5	15.39	15.35
	n° 6	15.55	*id.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit, au premier coup d'œil, d'après ces résultats, que les quantités trouvées montrent l'accord le plus satisfaisant même pour les déterminations les plus délicates avec celles calculées, accord qu'on ne pourrait espérer atteindre que par les analyses les plus précises. On aperçoit de plus, par les expériences qui précèdent et par celles qui seront communiquées par la suite, que ce mode de dosage de l'acide carbonique ne présente aucune source d'erreur qui puisse faire évaluer constamment trop haut ou trop bas la quantité de celui-ci. Les nombres trouvés sont tantôt plus forts, tantôt plus faibles que ceux calculés, d'où il résulte que les différences sont simplement la conséquence de petites erreurs d'observation impossibles à éviter dans la détermination du poids tant de la substance que de l'appareil, erreurs qui paraissent dépendre de l'etat plus ou moins humide de l'atmosphère et de la légère inégalité de température de l'appareil avant qu'on ait chassé l'acide carbonique, et après cette opération.

Il convient maintenant de s'occuper de l'influence que peuvent exercer les sels étrangers presque toujours mélangés aux potasses et aux soudes, tels que les chlorures et sulfures métalliques, les sulfites et hyposulfites quand on applique l'appareil précédent à l'alcalimétrie et à la détermination de la valeur vénale des potasses et soudes du commerce. La presence des chlorures métalliques ne donne lieu, ainsi que nous nous en sommes assurés par expérience, à aucune erreur, attendu que, par suite de l'état de dilution dans lequel se trouve la solution de la matière d'essai, il ne se dégage aucune trace de l'acide chlorhydrique qui a été mis en liberté. Quant à l'influence nuisible qu'exerce la présence des sulfures métalliques, des sulfites et hyposulfites sur le résultat, on parvient à la neutraliser facilement en ajoutant à la solution de potasse ou de soude qu'on peut essayer une petite quantité de chromate neutre de potasse. L'acide sulfureux, aussi bien que le gaz sulfhydrique, sont décomposés ainsi au moment où ils sont mis en liberté, avec formation de sulfate d'oxide de chrôme, d'eau et de soufre qui restent dans la liqueur.

Les sources d'erreur qui résulteraient de la presence d'autres sels dans la potasse ou la soude, peuvent être aussi facilement évitées, mais il faut de plus avoir égard à une autre circonstance avant de considérer notre méthode comme irréprochable. On peut en effet se demander si l'on pourra toujours déduire avec exactitude de la quantité d'acide carbonique qu'on aura trouvée la valeur vénale de la potasse ou de la soude dans l'expression rigoureuse de ces mots. Or cette question sera résolue quand on aura répondu à la suivante. Trouve-t-on dans les parties solubles des potasses et des soudes, dans un rapport déterminé et constant ou dans un rapport indéterminé et variable, une quantité d'acide carbonique qui représente celle des alcalis qu'on obtient par un traitement à la chaux de leurs solutions pour les rendre caustiques, et qui détermine, par conséquent, dans l'acception du mot, leur valeur vénale?

Si cette dernière supposition, celle du rapport variable, est vraie, la nouvelle méthode est fausse dans son principe: mais si le rapport est défini et invariable, ou même si ce rapport dans le cas contraire peut être établi d'une manière simple, tous les reproches qu'on pourrait faire à notre mode d'essai s'évanouissent d'eux-mêmes.

D'après les opinions généralement admises, le rapport en question est défini. N'est-on pas d'accord que la potasse et la soude sont des carbonates neutres alcalins? Néanmoins il faut dire que dans ces derniers temps on a cherché à s'éloigner de ce rapport défini et cela dans deux directions différentes. D'après les uns l'acide carbonique doit quelquefois, dans la potasse et la soude, être, relativement à l'alcali, en moindre proportion que ne l'exige la composition d'un carbonate neutre de potasse ou de soude; suivant les autres, cette proportion serait au contraire plus considérable. Si on en croit les premiers, on trouve dans beaucoup de potasses ou de soudes des alcalis caustiques mélangés à des carbonates neutres, et, suivant les seconds, on y rencontrerait du bicarbonate, du sesquicarbonate, et d'après un chimiste jusqu'à du 9/8 carbonate. Le problème à résoudre, pour mettre à l'épreuve la valeur de toutes ces assertions consiste donc à faire ressortir les circonstances dont peuvent dépendre toutes ces variations, à apprécier les indices auxquels on reconnaît les espèces anomales de potasses et de soudes, et à déterminer si les anomalies qu'elles présentent peuvent exercer une influence nuisible sur l'exactitude de notre mode d'essai alcalimétrique et de quelle manière on peut neutraliser cette influence.

D'abord nous ferons remarquer que notre méthode comporte dans tous les cas une source d'erreur, savoir, que lorsque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le carbonate de soude est présent dans une potasse, on le compte comme carbonate potassique, et réciproquement. Mais quand il s'agit uniquement d'obtenir par cette méthode le chiffre d'un équivalent défini d'alcali qu'on considère comme le représentant d'une force, comme un agent propre à obtenir un effet chimique déterminé, il est bien certain qu'elle fournit un résultat parfaitement exact, car en définitive on ne compte en plus en potasse dans le calcul que suivant la proportion du nombre équivalent de la soude; on peut même dire mieux et en d'autres termes, que l'acide carbonique est proportionnel à la force d'action, tant de la potasse que de la soude ou d'un mélange de ces deux corps; si donc on transporte une quantité déterminée d'acide d'après la loi des équivalents d'une substance à une autre, il n'en sera pas moins certain qu'un carbonate alcalin aura été exactement neutralisé par la quantité d'acide trouvée. Mais si le carbonate de potasse comme tel est considéré comme sel potassique, il en résulte naturellement que l'acide carbonique ne donne aucune lumière sur le rapport entre les alcalis mélangés.

Cette circonstance fâcheuse n'est pas toutefois particulière à notre méthode, mais affecte au même degré toutes les autres méthodes alcalimétriques qui sont connues.

Ce qui vient d'être dit relativement à la potasse caustique devient évident par l'examen des potasses d'Amérique. Ces potasses doivent l'une de leurs qualités à la circonstance, que, lors de leur fabrication on y ajoute de la chaux cuite; la quantité de potasse caustique qu'elles acquièrent ainsi, dépend de la quantité de la chaux qu'on ajoute. D'après quelques chimistes, il paraîtrait aussi qu'il se forme un peu de potasse caustique lors de la calcination des potasses brutes par l'action du carbone, surtout des matières organiques, sur le carbonate alcalin. Nous ne voulons pas nier directement cette assertion, et nous ne contestons pas qu'il ne puisse se former aussi de la potasse caustique, mais cette formation nous paraît toutefois invraisemblable, parce que la température à laquelle cette décomposition peut commencer, doit également former du sulfure de potassium, composé qu'on ne rencontre pas dans les potasses allemandes, illyriennes, etc., et de plus, dans la calcination telle qu'elle s'opère actuellement la masse dans le fourneau se trouvant chauffée au sein d'une atmosphère riche en acide carbonique, il en résulte que l'alcali caustique, qui pourrait se former, serait immédiatement saturé de nouveau par l'acide carbonique. Nous pourrions encore ajouter comme un fait que toutes les sortes de potasses que nous avons trouvées dans le commerce (allemandes, bohémiennes, illyriennes, etc.) ne nous ont présenté aucune trace d'alcali caustique, ce dont nous nous sommes assurés, non-seulement par la méthode qui sera décrite ci-après, mais par un autre moyen qui consiste à peser des échantillons calcinés, à les humecter avec une solution concentrée de carbonate d'ammoniaque, et, après l'évaporation de la liqueur, à calciner de nouveau. Aucun de ces échantillons n'a augmenté de poids; ainsi donc on n'a que dans des cas très-rares à craindre la potasse caustique, et même ce cas ne se présente guère qu'avec certaines potasses d'Amérique.

Quant à la soude caustique, elle est assez commune dans les espèces diverses de soude du commerce. Elle doit son origine au contact du carbonate de soude avec le carbonate de chaux devenu caustique par la calcination, et elle se rencontre constamment dans la soude, quand celle-ci n'a point été débarrassée par la cristallisation du sulfure de calcium, ou lorsque la lessive n'a point été soumise assez de temps à l'air pour qu'elle puisse se saturer complétement d'acide carbonique.

Le bicarbonate ou plutôt le sesquicarbonate de potasse ou de soude se forment dans les potasses ou les soudes par l'absorption de l'acide carbonique de l'air, lorsque ces corps sont exposés pendant longtemps au contact de l'air. Leur quantité est toujours d'après nos expériences extrêmement faible et dans la plupart des cas à peine perceptible. Pour le démontrer, on ajoute à la solution de la potasse ou de la soude qu'on veut essayer un excès de chlorure de calcium, on filtre et on ajoute de l'ammoniaque à la liqueur. Un trouble qui se manifeste aussitôt fait reconnaître la présence de ces corps. Il est indifférent du reste qu'ils soient ou non présents, attendu que par une légère calcination, ils se transforment en carbonate neutre et que dans notre méthode ils doivent être sans influence puisqu'on peut se dispenser de la calcination.

Cette transformation admise par tous les chimistes, savoir que les sesquicarbonates ou bicarbonates de potasse passent par la calcination à l'état de sels neutres, a été mise récemment en doute par M. Hermann qui prétend que le résidu n'est pas un sel neutre mais bien un 9/8

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alcalin et cherche à appuyer son assertion sur deux analyses, l'une du résidu du carbonate de potasse, l'autre de celui du carbonate de soude. Ce même chimiste admet de plus que, dans la potasse, ce n'est pas du carbonate, mais bien du 9/8 carbonate qu'on rencontre toujours; mais toutes ces assertions paraissent tellement invraisemblables qu'il était à peine nécessaire d'entreprendre, pour notre propre satisfaction, des expériences de nature à en démontrer la fausseté. Toutefois, comme des chiffres ne peuvent être renversés que par d'autres chiffres, et qu'il est de la plus haute importance que des données d'une inexactitude aussi manifeste ne s'introduisent pas dans la science, nous nous sommes vus forcés de répéter les expériences, de M. Hermann, et les résultats suivants de nos analyses serviront à donner une idée de la confiance qu'on doit avoir dans les siennes.

a) Analyse du résidu de la calcination du bicarbonate de potasse chimiquement pur.

	gram.		gram.	
1°	2.8135	ont donné avec notre appareil	0.855	acide carbonique.
2°	3.4488	*id*	1.0985	*id.*

Ce qui correspond pour 100 parties à :

	I	II	Calcul comme sel neutre.
Acide carbonique	31.45	31.85	31.80
Potasse.	68.55	68.15	68.20
	100.00	100.00	100.00

Le 9/8 carbonate de potasse aurait dû donner :

Acide carbonique	34.47
Potasse.	65.63
	100.00

b) Analyse du résidu de la calcination du bicarbonate de soude chimiquement pur.

	gram.		gram.	
1°	2.4980	ont donné avec notre appareil	1.0247	acide carbonique.
2°	2.7881	*id*	1.1565	*id.*

Ce qui correspond pour 100 parties à :

	I	II	Calcul comme sel neutre.
Acide carbonique	41.02	41.48	41.29
Soude	58.98	58.52	58.71
	100.00	100.00	100.00

Le 9/8 carbonate de soude aurait dû fournir :

Acide carbonique	44.18
Soude	55.82
	100.00

Ces nombres lèvent donc tous les doutes sur la constitution chimique des résidus de la calcination; ils montrent évidemment qu'il ne peut exister, à une haute température, pas plus un 9/8 carbonate alcalin, que toute autre combinaison renfermant plus d'acide carbonique que le sel neutre, en même temps qu'ils offrent toute sécurité relativement au mode d'opérer que nous allons exposer actuellement.

(*La suite au prochain cahier.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nouvelle pile à effet constant.

Par M. M.-H. Jacobi.

Tout le monde sait qu'il n'est rien de plus facile que d'obtenir un courant galvanique. Prenez un morceau de zinc et un morceau de cuivre, réunis au moyen d'un fil métallique; plongez-les dans de l'eau acidulée ou saline, et vous produirez le courant remarquable qui se manifeste par des effets tant chimiques que calorifiques et magnétiques; mais on connaît aussi toutes les difficultés qu'il y aurait à surmonter si l'on voulait obtenir par ce moyen des effets dont l'action fût constante et soutenue. Les obstacles qu'oppose le décroissement rapide de la force qui commence à se manifester dès le moment où le circuit est fermé ont pendant près d'un demi-siècle entravé les progrès de la science, et empêché les applications pratiques dont on n'avait pas manqué d'entrevoir la possibilité.

C'est à M. Daniell que nous devons la découverte d'une pile à effet constant, découverte admirable, et qui a donné au galvanisme une impulsion toute nouvelle. Je ne parlerai pas ici des nombreux changements et perfectionnements qu'on a faits depuis dans ces batteries; je ferai observer seulement qu'aux grands avantages que présentent tous ces appareils dont la construction est basée sur les mêmes principes, se joignent plusieurs inconvénients dont voici les plus graves.

L'emploi de deux liquides séparés l'un de l'autre par une cloison poreuse rend la manipulation de ces appareils d'autant plus incommode, que le nombre des éléments est plus considérable. Pendant l'action de la pile, et plus encore lorsque cette action doit être interrompue pour quelque temps, des effets d'endosmose se font sentir et occasionnent un mélange des deux liquides à travers le diaphragme. Les liquides doivent être constamment entretenus à un certain degré de concentration ou de dilution, ce qui est surtout difficile à atteindre lorsqu'on se sert de l'acide nitrique. Enfin, les pores des diaphragmes se remplissent souvent de cristaux qui empêchent la circulation du courant, et nécessitent un changement ou un lavage assez fréquent de ces cloisons.

Tous ceux qui font un usage fréquent des piles préféreraient sans aucun doute employer des éléments moins énergiques, mais plus grands et plus nombreux, si par là il était possible d'obtenir une pile constante, et dont la manipulation fût plus simple, ou, pour mieux dire, une pile qui une fois construite, n'exigeât aucune manipulation.

Voici les conditions qui rempliraient parfaitement le but.

Qu'on prenne un pot à fleur ou tout autre vase imperméable à l'eau, qu'on le remplisse de terre saturée d'une dissolution assez concentrée de chlorure d'ammoniaque ou de sel ammoniac, qu'on y place ensuite, à quelque distance l'une de l'autre, une plaque de cuivre et une plaque de zinc, et on aura un couple voltaïque dont l'action deviendra, dans un court espace de temps, d'une constance parfaite, et qui pourra être maintenu dans cet état pendant des mois entiers, et selon toute apparence même pendant des années, pourvu qu'on prenne soin d'humecter de temps en temps la terre, et de renouveler, s'il est nécessaire, la plaque de zinc, qui, comme cela s'entend, commencera à se dissoudre, aussitôt que le circuit sera fermé, mais très-faiblement, et en raison de la force de courant qui aura lieu.

Avant de mettre la plaque de cuivre dans la terre, il est bon de la plonger pour quelques minutes dans une solution de sel ammoniac, et de la laisser ensuite sécher jusqu'à ce qu'il se soit formé à la surface une couche verdâtre. Cette opération rend l'effet de la batterie beaucoup plus prompt, et il me semble même que, sous ce rapport, le laiton serait préférable au cuivre.

La théorie de cette pile ne saurait être encore établie d'une manière exacte et précise; mais il paraît que la constance de son action provient de ce que l'hydrogène qui devrait se développer à la surface du cuivre est employé à réduire la couche du double sel de ce métal, qui se forme par l'action chimique du sel ammoniac sur le cuivre, de manière que la constance de l'action pourrait être considérée comme l'expression d'une espèce d'équilibre entre cette action chimique et la réaction galvanique. La terre n'agit ici, à ce qu'il paraît, que comme un diaphragme très-poreux, qui empêche que le sel de zinc ne soit, par l'action du courant galvanique, réduit à la surface du cuivre, et en même temps que le zinc ne puisse avoir de réaction chimique sur le sel de cuivre. Ajoutons qu'il n'est pas non plus impossible que la terre, comme tout corps poreux, absorbe les bulles d'hydrogène qui, dans les piles ordinaires, recouvrent la plaque de cuivre, et occasionnent, comme on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sait, une diminution de la force électromotrice.

On fera bien de ne pas placer les deux plaques trop près l'une de l'autre, et de donner quelque épaisseur à la couche de terre qui se trouve entre elles. De même les plaques ne doivent pas être trop petites, par la raison que la terre oppose une grande résistance au passage du courant. Je n'ai pas encore trouvé le temps d'évaluer en nombres exacts les constantes de ces piles, ni d'entrer plus profondement dans les détails de cette combinaison qui, comme il est à espérer, subira encore maints perfectionnements, tant par le zèle de l'inventeur que par l'usage devenu plus général.

Comme on fait partout aujourd'hui de grands efforts pour faire avancer les applications du galvanisme, la publication de cette invention ne doit pas être retardée plus longtemps. Cette pile est, comme je l'ai dit, susceptible de beaucoup d'applications, et son utilité se fait principalement sentir dans les cas où il s'agit moins d'effets très-énergiques que d'une action constante et prolongée, comme, par exemple, dans la réduction des métaux, dans les décompositions chimiques, etc. Je ne vois pas quel inconvénient il pourrait y avoir à placer dans la cave ou au grenier des centaines de ces vases ou pots à fleurs, qui fourniraient une source perpétuelle d'électricité dont on pourrait disposer à son gré. Moi-même j'ai établi chez moi une pareille batterie de vingt-quatre éléments, qui est en action depuis environ six semaines, sans qu'on ait eu besoin pendant tout ce temps d'y apporter le moindre changement. Il est inutile d'ajouter que les vases doivent être très-bien isolés, principalement quand il s'agit d'employer des séries de nombreux éléments. Comme il y a dans la pile une grande résistance, la perte provenant d'un isolement défectueux deviendrait plus sensible que dans les piles de Daniell, etc.

L'invention de cette pile est due au prince Pierre Bagration, lieutenant aux pionniers à cheval de la garde, et aide-de-camp du général Vitoftoff, chef des ingénieurs de la garde impériale russe.

Je crois nécessaire d'ajouter encore une remarque. J'avais placé dans la terre il y a quelque temps, jusqu'au niveau d'eau, deux plaques assez grandes de cuivre et de zinc, et j'ai obtenu par ce moyen un couple d'une force absolument constante et assez énergique pour décomposer plusieurs solutions métalliques, et entre autres celle qu'on emploie pour la dorure par voie galvanique. Mais ce simple moyen ne saurait être employé s'il s'agissait de produire une plus grande force électromotrice, force qu'on ne peut obtenir, comme tout le monde le sait, que par la combinaison de plusieurs couples en série. Quoique dans l'un et l'autre cas on fasse usage de la terre, il est évident cependant que le procédé que j'ai employé ne doit pas être confondu avec la pile du prince Bagration, qui est susceptible d'une bien plus grande énergie.

De la propriété que possèdent les cyanures potassique et ferroso-potassique de dissoudre les métaux.

Par M. le prince Pierre Bagration.

Dans le cours de mes expériences galvanoplastiques, j'ai été conduit à remarquer que l'or métallique se dissout dans le cyanure de potasse préparé d'après la méthode indiquée par M. Liebig. Une capsule dorée à l'intérieur et contenant une dissolution saturée de ce sel, s'est trouvée au bout de huit à dix jours rongée sur toute sa surface ; ce fait me porta à croire qu'on pourrait augmenter la solubilité de l'or en se servant de ce métal dans un état de division extrême : j'opérai donc sur de la poudre d'or, précipitée d'une dissolution de chlorure aurique par le sulfate de fer. Cette poudre, bien lavée, fut mêlée à une solution de cyanure de potasse, et le tout soumis à l'action du courant voltaïque pour constater par ce moyen la présence de l'or dans la solution. Le couple électro-moteur se composait d'une batterie de Daniell avec un anode en platine ; par suite d'un dégagement trop abondant d'hydrogène au pôle négatif, je fus obligé de diminuer la surface de l'anode. Le courant ayant été ainsi affaibli, l'or commença bientôt après à se déposer sur la lame de cuivre faisant fonction de cathode, et dans l'espace de deux à trois heures cette lame fut recouverte d'une couche d'or; la dissolution filtrée présentait les mêmes résultats. Il est donc évident, que dans cette opération l'or a dû la dissoudre chimiquement et sans l'intervention du courant galvanique, vu que pour anode on s'était servi de platine et non pas d'or.

Des expériences ultérieures m'ont démontré que la chaleur favorise singulièrement la force du dissolvant. Après une digestion prolongée, la dissolution possède la propriété de déposer l'or

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-rapidement et même sans l'aide du courant galvanique sur la surface du cuivre ou de l'argent plongé dans la liqueur encore chaude; mais il y a dans ce cas l'inconvenient que ces métaux sont à leur tour attaqués trop fortement par le cyanure de potasse.

Le ferro-cyanure jaune de potasse, présente à cet égard les mêmes qualités que le cyanure, mais à un degré infiniment moindre. La dissolution de l'or dans le sel ne s'opère que très-lentement; la digestion doit être beaucoup plus prolongée. Mais, en revanche, ce sel double n'attaque que très-faiblement le cuivre et l'argent, et c'est par cette raison que la dorure qui résulte ainsi de la réduction chimique de l'or a plus de solidité et une plus belle couleur. Dans ces recherches, j'ai vu confirmer la remarque que M. Jacobi a déjà faite, savoir que le ferro-cyanure donne à la dorure une couleur plus foncée que celle qu'on obtient en employant le cyanure de potasse.

La couche d'or a assez de solidité et d'épaisseur pour supporter l'action du brunissoir. Des objets dorés par ce procédé ont même été passés à la cire sans avoir subi d'altération. Mais ce qui paraît encore plus remarquable, c'est que l'opération ne s'arrête pas à une première couche d'or très-mince, ainsi que cela a lieu dans le procédé ancien de M. Elkington. Un objet d'argent poli ayant été doré à chaud dans une solution d'or métallique avec le ferro-cyanure de potasse, s'est recouvert d'un très-beau mat après avoir été agité pendant l'espace de douze à quinze heures dans la solution refroidie. Faute d'une balance assez sensible, je n'ai pu encore constater l'augmentation du poids, mais on sait que le mat ne peut s'obtenir que lorsque la couche d'or a acquis une certaine épaisseur. Il est inutile d'ajouter que les objets à dorer doivent préalablement être bien décapés, et que l'opération s'achève avec plus de rapidité sous l'influence du courant galvanique. Dans ce cas, il est probable que la poudre d'or, quand même elle ne se trouve pas en contact avec l'acide, se dissout en plus grande quantité par l'effet d'un courant secondaire, ainsi que M. Jacobi l'a exposé dans le supplément à son mémoire sur la méthode pour déterminer les constantes de la pile voltaïque.

Quoique, d'après les traités de chimie, les sels ferreux précipitent l'or de sa dissolution dans l'eau régale à l'état métallique, et que le précipité ainsi obtenu ne conserve aucun degré d'oxidation, néanmoins, j'ai voulu essayer l'action du cyanure de potasse sur l'or métallique laminé. A cet effet, j'ai suspendu une plaque d'or pur, d'environ un pouce carré de surface, dans un verre rempli à moitié d'une solution de ce sel. Dans l'espace d'environ trois jours, la partie qui plongeait dans le liquide a été presque totalement dissoute; l'action la plus énergique avait eu lieu à la partie supérieure où le liquide et la plaque se trouvaient en contact avec l'air atmosphérique. Je ne dois pas omettre que le verre avait été placé sur un poêle afin de maintenir constamment la dissolution à une température de 30 à 40° Réaumur.

Dans toutes ces expériences, je me suis servi de sels et d'acides tels qu'on les trouve dans le commerce; néanmoins je crois que la solubilité de l'or, dans ces substances, est un phénomène qui n'est pas facile à expliquer d'après le peu de recherches faites jusqu'à présent sur les sels auriques. S'il était permis d'avancer une hypothèse, on serait tenté de supposer que l'or se trouve dans ces dissolutions à l'état de cyanate ou d'ammoniate, vu les nombreuses transformations qu'éprouvent les cyanures en se trouvant en contact avec l'air.

L'argent et le cuivre en feuilles ou fils très-minces se dissolvent également dans ces sels, et peuvent être réduits par les mêmes procédés.

Les chimistes ne citent qu'un seul agent capable de dissoudre l'or; c'est l'acide nitro-chlorhydrique ou eau régale. D'après l'indication de M. Mitscherlich, l'or se dissout encore dans l'acide sélénique. Mes expériences me font croire que l'acide hydrocyanique, à l'état naissant, possède aussi cette propriété; mais ce qu'il y a de certain, c'est que dorénavant les cyanures potassiques seront comptés au nombre des dissolvants, et qu'on devra se garder de faire usage de capsules d'or ou d'argent dans les opérations délicates qui nécessiteraient l'emploi de ces sels.

Du bromure iodeux et de son emploi dans la préparation des plaques daguerriennes.

Par M. Ed. Fortin.

Tous les amateurs de daguerréotypie savent combien les mélanges de brôme et de dissolution alcoolique d'iode, que M. Gaudin appelle bromure d'iode, ou iodure de brôme, étaient incommodes à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cause de leur instabilité. Cela ne devait surprendre que les personnes étrangères à la chimie ; mais il est probable que les photographes, quelque peu versés dans cette science, auront eu bien vite reconnu le moyen de se procurer de *véritables* bromure d'iode, alors stable et constant dans ses résultats. La préparation des bromures d'iode est si simple, que je n'ai pas cru jusqu'à présent que cela valût la peine d'en parler, car je croyais bien que ce n'eût été nouveau pour personne. Cependant il paraît que je me trompais, et qu'il n'y a guère encore que les chimistes qui savent que l'iode s'unit au brôme dans deux proportions, en formant deux composés ou bromures d'iode. M. de Valicourt, dans la dernière brochure de M. Ch. Chevalier (Mélanges photographiques), vient de publier l'emploi de l'un de ces composés, du bromure iodique ; mais il n'a pas jugé convenable de nous entretenir du bromure iodeux. Ce dernier ne manquant pas d'intérêt, je vais remplir cette lacune. Je renvoie les amateurs à la brochure de M. Ch. Chevalier pour la composition et la manière d'employer le bromure iodique.

Le bromure iodeux se prépare, ainsi que le bromure iodique, en jetant de l'iode en grains dans du brôme pur, avec cette différence qu'au lieu de s'arrêter lorsqu'il se précipite un corps ressemblant à de l'iode, mais qui n'est pas autre chose que du brômure iodeux, il faut, au contraire, continuer d'ajouter de l'iode jusqu'à ce que toute la masse contenue dans le flacon ait pris une forme solide, et qu'il ne reste plus de traces de bromure iodique, ce qui est facile à reconnaître, ce dernier corps étant liquide et assez semblable à du brôme pur. Il n'y a aucun inconvénient à ce qu'il y ait excès d'iode. Cet iode libre se précipitera toujours de la dissolution, car il n'est pas soluble dans l'eau saturée de bromure d'iode.

Le bromure iodeux, dissous dans une convenable quantité d'eau (environ une partie contre 200 d'eau en poids), s'emploie à la manière ordinaire pour préparer les plaques daguerriennes, mais sans iodage préalable : la nuance rose vif est celle qui me paraît la plus convenable. Le même liquide peut servir indéfiniment, et donner toujours les mêmes résultats ; on y ajoute, lorsqu'il s'affaiblit, quelques gouttes d'une dissolution saturée pour le renforcer.

Le bromure iodeux n'est pas aussi sensible que le bromure iodique ; mais son emploi est si facile, que l'on pourrait presque l'employer les yeux fermés. D'ailleurs, il donne des épreuves de toute beauté, remarquables par la vigueur des clairs et des ombres. On n'y voit jamais ces nombreux petits points noirs qui gâtent les plus belles épreuves, et qu'occasionne toujours un fort iodage.

Sur un nouveau navet sacchariſère.

Par MM. Bossin et Malepeyre.

Il y a déjà cinq années que M. Dingler, dans un travail spécial sur cet objet, a pour la première fois exprimé la crainte que la culture dispendieuse de la betterave, ne finisse par exposer la fabrication européenne du sucre aux plus imminents dangers. Cette crainte s'est complétement realisée, depuis que la France a jugé à propos d'apporter à cette fabrication des charges nouvelles, qui non-seulement paraissent de nature à la restreindre considérablement, mais même à l'anéantir complétement. S'il arrive que cette fabrication du sucre de betterave se relève plus tard de ce coup mortel, ce ne sera certainement qu'à l'aide des progrès que la chimie fera pour venir à son secours. Quoi qu'il en soit, il faut convenir aussi que cette industrie qui avait pris il y a dix ans un essor si brillant, a été atteinte tout à coup dans les dernières années d'atonie et de langueur, et est restée en arrière de ce qu'on était en droit d'attendre d'elle. Dans cet intervalle la production coloniale s'était accrue ; elle avait amélioré sa fabrication en empruntant à la fabrication du sucre de betterave elle-même, plusieurs de ses procédés et de ses perfectionnements. Aujourd'hui les colonies fabriquant à meilleur marché et en plus grande abondance, ont pu baisser leurs prix sans diminuer leurs bénéfices ; il en est résulté que le prix du sucre a baissé, et que les producteurs du sucre européen ont dû dans la même proportion, réduire celui de leurs produits. Les bénéfices se sont ainsi trouvés tellement réduits, que la fabrication cisatlantique n'a plus été en état de soutenir la concurrence contre celle transatlantique, et qu'on a vu beaucoup de fabriques cesser de travailler, quelques-unes déjà anciennes chercher encore à soutenir la lutte, mais aucune nouvelle se fonder.

Parmi toutes les difficultés, dit le savant que nous venons de citer, qui environnent la fabrication du sucre en Europe, il est évident que la culture de la betterave est la plus considérable

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'elle ait à surmonter. Ni la chimie, ni la mécanique n'ont pu, à cet égard, lui offrir de secours bien efficaces. Il ne s'agit pas ici seulement d'ameublir un sous-sol infertile et rebelle, qu'en définitive on peut amener à un état de décomposition avec le temps et à la pulvérisation à l'aide des machines, mais d'un être vivant qui ne permet pas qu'on s'éloigne le moins du monde des conditions rigoureusement nécessaires à son existence, et que l'homme paraît impuissant à garantir contre les alternatives des saisons et les caprices du temps. L'expérience a démontré que la culture de la betterave exige trop de travail, trop de précautions, trop de soins intelligents pour être exercée à bas prix et que ses récoltes ne présentent pas une abondance suffisante dans les produits, pour récompenser convenablement ce travail et ces soins. Tant que nous ne posséderons pas une plante meilleure que la betterave blanche de Silésie, il est évident qu'il n'y aura pas de salut pour la fabrication européenne du sucre et que l'état d'oppression où elle se trouve, entre la matière trop dispendieuse sur laquelle elle travaille, et la production toujours croissante du sucre colonial, devra nécessairement dans quelque temps aller assez loin pour l'anéantir complétement.

Dans cette situation critique, il semble qu'un secours inespéré se présente tout à coup à cette industrie, dans une nouvelle espèce de navet qui vient ainsi fort à propos, et qu'on a découvert tout récemment en Autriche. Ce navet saccharifère a tous les avantages de la betterave, sans avoir aucun de ses défauts, et sans présenter aucune nouvelle imperfection dans sa culture. Cette culture est plus facile, moins minutieuse, et peut se faire avec bien moins de frais. Sa richesse en matière sucrée est égale à celle de la betterave, et beaucoup d'expériences faites dans différents sols, ont démontré tant en grand qu'en petit que, comparativement à la betterave, il a fourni de 1/4 à 1/2 degré au saccharomètre, tantôt en plus, tantôt en moins que celle-ci, et par conséquent que les circonstances étant les mêmes, la proportion de matière sucrée qu'il renferme est absolument la même dans les deux racines.

D'un autre côté on a aussi remarqué que sa chair est moins mollasse et plus cassante que chez la betterave, et qu'en raison de cette propriété, ce navet est plus facile à réduire en pulpe fine, plus disposé aussi à abandonner son jus à la presse, et par conséquent à poids égal qu'il fournit souvent 1/8 et jusqu'à 1/6 de jus en plus. Il en résulterait, en supposant que ce jus offrît la même richesse saccharine que celui de la betterave, qu'envisagé sous le rapport absolu, il fournirait un excédant en sucre assez considérable. Ce jus est très-fluide, et renferme très-peu de matières étrangères et albumineuses; à l'air il ne noircit pas autant que le jus de la betterave, et comme il est plus pur que celui-ci, il est aussi plus facile à travailler dans les évaporations et dans les cuites.

Ces bonnes qualités, quoique déjà très-précieuses en elles-mêmes, ne constituent pas encore le principal avantage que possède cette racine, mais cet avantage dont il va être question, est plutôt au profit de l'agriculteur que du fabricant. La forme de ce navet est complétement différente de celle de la betterave, car, tandis que cette dernière par sa structure conique et pyriforme, pénètre verticalement en terre, le nouveau navet s'accharifère au contraire a une forme plate et discoïde, qui fait qu'il repose à plat sur le terrain; il ne pénètre pas dans le sol, il ne pique pas dans la terre, mais se tient tout entier à nu à la surface de la terre. Au centre de sa face inférieure on remarque un petit faisceau de racines longues et minces de 12 à 15 centimètres de longueur, et qui ne pénètrent pas par conséquent, dans la terre, plus avant que l'on ne laboure communément. Cette circonstance seule donne à cette racine un énorme avantage sur la betterave. Les frais de la culture de celle-ci sont dus principalement à la profondeur qu'il faut donner à la terre où l'on veut la faire végéter, et on sait que quand on ne lui fournit pas au moins 50 à 60 centimètres de terre bien ameublie, elle devient rabougrie et réussit mal, ce qui oblige les cultivateurs à défoncer au moins à cette profondeur, et est toujours très-dispendieux. Aussi beaucoup reculant devant la dépense, n'obtiennent que de maigres récoltes et des racines avortées.

Toutes ces difficultés pour le cultivateur disparaissent avec le nouveau navet saccharifère. Il n'a plus besoin dans cette culture d'ameublir sa terre plus profondement qu'il ne le fait ordinairement pour ses autres récoltes sarclées, comme les pommes de terre, les choux, le pavot, etc. Cela suffit pour le succès complet de la nouvelle racine, et épargne par conséquent une portion très-notable des frais.

Un second avantage qui le cède à peine au précédent, résulte encore de la forme de ce navet à sucre, lorsqu'il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'agit de la récolte. La récolte de la betterave est difficile, pénible, et est une opération qui exige beaucoup de main-d'œuvre et d'attention. En effet cette racine pique profondément en terre, et adhère par conséquent fortement au sol; il faut donc beaucoup de travail ou de force pour l'enlever. Si la terre est sèche, et tant soit peu forte, elle s'y trouve tellement engagée, qu'il arrive très-souvent qu'en cherchant à l'extraire on la rompt, et que la portion qui reste dans le sol est perdue. Si le terrain est humide, le travail devient à peu près inexécutable. On a donc besoin d'un temps qui ne soit ni trop sec ni trop humide pour pouvoir opérer convenablement sa récolte; or, comme la betterave n'arrive à maturité que tard, et que dans nos départements du Nord, elle doit rester en terre jusqu'au mois d'octobre, attendu que c'est dans l'arrière-saison quelle acquiert le plus de développement, on arrive ainsi à des jours de l'année déjà courts, à une saison pluvieuse, à des nuits où il n'est pas rare de voir déjà des gelées, et on a même vu des circonstances où faute d'avoir saisi le moment convenable et opportun, les racines ont gelé avant qu'on ait pu terminer leur récolte.

On se trouve donc toujours placé relativement à la récolte de la betterave, dans des embarras et des dangers qui deviennent d'autant plus imminents, qu'il s'agit de rentrer une récolte plus considérable. Les betteraves doivent d'un côté rester en terre aussi longtemps qu'il est possible de les y laisser, surtout après une année sèche; puis de l'autre, lorsqu'arrive l'époque de la récolte, il faut enlever le tout en une seule fois, et aussi rapidement que faire se peut, parce que l'hiver menaçant est à vos portes. Malheureusement ce travail, dans les pays du Nord, coïncide avec celui de la récolte des pommes de terre, et dans les localités où cultivant en grand les betteraves, l'on aurait besoin de milliers de bras, on ne peut s'en procurer qu'un petit nombre, parce que chaque journalier, chaque petit cultivateur est occupé à faire sa propre récolte de pommes de terre, de façon que souvent on voit luire un jour propice, pour recueillir ses betteraves, et qu'à aucun prix on ne trouve de journaliers pour vous seconder.

Toutes ces considérations rendent la récolte des betteraves, qui d'ailleurs ne marche que lentement, à cause de la grande profondeur à laquelle pénètre sa racine, une opération remplie d'angoisses, de soucis, de soins et d'embarras.

Tous ces dangers, tous ces embarras disparaissent dans la culture du navet sacchariférе. La récolte se fait en moitié moins de temps, et avec une dépense au moins moitié moindre. Ce navet reposant à plat sur le sol, et n'ayant que de faibles racines, se laisse enlever avec la plus grande facilité. On n'a pas même besoin pour cela d'une bêche, bien moins encore d'une fourche, comme avec les betteraves; il suffit de le saisir à la main par le collet et les feuilles, et de l'enlever de terre. Sa racine entraîne peu de terre adhérente à sa surface, et bien moins encore des pierres enchatonnées dans ses racines ainsi qu'on ne l'observe que trop souvent entre les racines de la betterave, au grand détriment des râpes; par conséquent il est plus aisément et plus promptement nettoyé.

Le navet sacchariférе ne donne pas lieu non plus à un travail assez considérable que la betterave rend souvent nécessaire, c'est celui qui a pour but de retrancher le collet et toute la portion qui était hors de terre, et qui est dépourvue de sucre; en effet, ce navet étant entièrement hors de terre, il n'a pas de portion sans jus sucré, et en est au contraire pénétré dans toute sa masse. Par conséquent la double perte qu'on éprouve ainsi avec les betteraves, d'une part en matériaux, et de l'autre en main-d'œuvre et en temps, est complétement épargnée avec le nouveau navet.

Un autre avantage également, résulte de la forme discoïde du navet, pour la nutrition de la racine elle-même, c'est que cette forme sert jusqu'à un certain point à le garantir contre la sécheresse. En effet, dès que le navet a atteint une certaine grosseur, il s'étale comme une couverture sur le terrain, s'oppose à ce que la terre humide qui se trouve au-dessous, éprouve une trop rapide évaporation, et par conséquent assure à ses racines fibreuses qui se trouvent abritées sous son centre, de la fraîcheur, et une alimentation dans les temps chauds, beaucoup plus longtemps que les autres plantes. Lorsque le champ semble ainsi, après une longue absence de pluie dessèché presque complétement, si l'on enlève un semblable navet, on trouve que la terre sous lui est toujours fraîche, et parfaitement propre à entretenir la vie des racines.

D'un autre côté, le navet sacchariférе paraît emprunter plus que ne le fait la betterave, son alimentation à l'atmosphère plutôt qu'à la terre. Il supporte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

infiniment mieux une sécheresse prolongée. Ses feuilles sont plus étroites, mais plus longues. Il y en a deux espèces, l'une entièrement blanche, et l'autre rose. On n'a pas encore constaté quelle est celle qui renferme le plus de sucre, mais la différence dans tous les cas est légère. Sous le rapport du produit, il ne le cède guère à la betterave, et on voit des navets acquérir le poids de plusieurs kilogrammes dans des terres médiocres, et comme le feuillage embrasse moins d'étendue que celui de cette dernière, on peut le planter plus dru. Le temps de sa végétation est aussi d'environ 14 jours moindre que chez la betterave, ce qui lui procure un avantage précieux sous le rapport de la récolte. On lui a reproché de fournir peu de graine, et d'être peu prolifique; mais c'est une erreur, car dans deux récoltes faites aux environs de Vienne, chaque navet a fournit en moyenne de 130 à 160 grammes de semence, et la betterave n'en fourni pas davantage.

Une pareille réunion de propriétés précieuses dans la nouvelle racine à sucre, lui assure une telle supériorité sur la betterave, qu'on est en droit d'espérer qu'elle va donner une nouvelle vie à l'industrie sucrière indigène.

On a mis sous mes yeux, dit M. Dingler, du sucre brut extrait de ce navet, et qui, quoique de premier jet, m'a paru extrêmement beau, et d'une pureté ainsi que d'une couleur qu'on n'a pas encore atteintes, à ce que je crois, en supposant le même degré de préparation, avec la betterave.

Il est probable que ce nouveau navet à sucre, en se répandant en Europe, rendra les récoltes plus certaines, et par conséquent diminuera le prix de la matière brute du sucre indigène, et qu'il permettra aux fabricants de produire à meilleur compte. Cet avantage rétablira peut-être la balance à l'avantage de ce dernier, qui pouvant alors soutenir la concurrence, ranimera la production continentale (1).

(1) M. Bossin a fait toutes les diligences nécessaires pour être en mesure de livrer d'ici à quelque temps, aux fabricants et aux cultivateurs qui voudront essayer la culture et la fabrication de ce nouveau navet saccharifère, les graines dont ils pourraient avoir besoin.

F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE.

Perfectionnements apportés dans les machines à ourdir.

Par M. W. KENWORTHY.

Les perfectionnements dont il va être question ici s'appliquent particulièrement aux machines aujourd'hui communément en usage dans les fabriques de tissus de coton et autres matières, pour enrouler les fils dont les bobines sont chargées sur un rouleau ou ensouple avant de les parer ou encoller, et de les placer dans le métier à tisser où ils doivent former la chaîne des tissus.

Ces perfectionnements consistent :

1° Dans l'application d'un mécanisme à l'ourdissoir ordinaire propre à renverser le mouvement du rouleau ou ensouple sur lequel les fils doivent être enroulés, par l'entremise de la force de la vapeur, dans le cas où l'un des fils viendrait à se casser, afin qu'on puisse en trouver sans peine les extrémités rompues, les rattacher et compléter une chaîne sans défauts. Ce renversement nécessaire du rouleau a été opéré jusqu'ici à la main avec une perte considérable de temps et de travail.

2° Dans un autre mécanisme convenable appliqué à ces machines, soit conjointement avec l'appareil de renversement, soit séparément et sans nul rapport avec lui, ayant pour but de reprendre les fils qui se déroulent afin de conserver la tension de tous ceux qui ne sont pas rompus, lesquels autrement se relâcheraient abandonnés à eux-mêmes entre l'ensouple et les bobines quand on renverserait le mouvement et pendant qu'on rattacherait le fil cassé. Cette opération a également jusqu'à présent été exécutée à la main par l'ouvrier, et d'après le perfectionnement apporté elle peut aujourd'hui s'exécuter mécaniquement.

Comme l'action ainsi que l'usage de la machine à ourdir sont parfaitement connus de toutes les personnes qui s'occupent de la fabrication des tissus, j'ai pensé que je devais ici me borner à décrire l'application des perfectionnements que je viens d'indiquer à cette machine et leur mode d'opérer quand on les combine avec celle-ci.

Les fig. 1 à 4, de la pl. 56, représentent sous différents aspects un ourdissoir ou machine à ourdir ordinaire avec les perfectionnements proposés.

La fig. 1 est une vue en élévation pardevant de cet ourdissoir ;

La fig. 2, une autre vue aussi en élévation mais latérale.

La fig. 3, une section longitudinale ;

La fig. 4, une section transversale.

Ces dernières sont prises toutes deux à angle droit par le travers de la machine.

Le bâti a,a,a porte le rot b,b, les rouleaux de renvoi c,c et les barres de tension à fils métalliques d,d sur lesquels les fils de chaîne e,e,e viennent passer à mesure qu'ils quittent le casier aux bobines qui se trouve derrière et que nous avons supprimé dans les figures ; ces fils sont ceux qui sont enroulés sur l'ensouple f,f pour être ensuite parés et tissés. Cette ensouple f,f tourne et enroule le fil à l'aide d'un frottement dû au contact avec le rouleau de fond g,g sur lequel il porte; ce rouleau est mis en action par l'entremise d'une courroie ordinaire h qui embrasse la poulie fixe i montée sur un arbre tournant k.

Dans le cas où un ou plusieurs des fils e,e viendraient à casser dans le passage des bobines à l'ensouple, l'ourdissoir perfectionné se manœuvre de la manière suivante.

Aussitôt que l'ouvrier a découvert qu'un fil est rompu, il tourne immédiatement à gauche l'une des poignées l,l, qui sont établies à l'extrémité supérieure des tiges verticales m,m; les extrémités inférieures de ces tiges portent des segments dentés n,n qui engrènent dans des crémaillères o,o taillées près des bouts de la traverse p,p. Aux extrémités de cette traverse se trouvent fixés des guides-courroies ou fourchettes q,q, qui lorsqu'on tourne une des poignées l font passer à l'instant même la courroie h de la poulie fixe sur la poulie folle, et au même moment rejettent une autre courroie croisée ou marchant en sens inverse r sur la poulie fixe s placée à l'autre extrémité de l'arbre k, ce qui fait aussitôt marcher le rouleau de fond g, et par suite l'ensouple f en sens contraire de leur première direction, et par conséquent dérouler les fils jusqu'à ce qu'on ait rattaché celui qui a été cassé pour que l'ourdissage puisse continuer.

Il est facile de voir que par ce mou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vement rétrograde des rouleaux *g* et *f*, tous les fils se trouvent relâchés et qu'il est indispensable de reprendre cette portion déroulée, afin de conserver la tension et l'ordre de ces fils pendant qu'on rattache celui qui a cassé. Les barres transversales *t,t,t*, qui reposent sur les fils remplissent ce service ; ces barres ne diffèrent de celles communément en usage, qu'en ce qu'elles portent à leurs extrémités de petits galets qui roulent sur deux rails latéraux ou d'appui *y** (fig. 2), et elles fonctionnent d'elles-mêmes sans avoir besoin comme de coutume d'être manœuvrées à la main.

Lorsqu'on tourne les poignées *l,l* pour renverser le mouvement de l'ensouple *g*, de petites cames ou des excentriques *u,u*, fig. 3, portés par les tiges verticales *m,m*, soulèvent légèrement les leviers *v,v* qui basculent sur les centres *w,w* ; les extrémités de ces leviers en accrochant l'extrémité recourbée *x* des châssis mobiles *y,y,y,y*, poussent suffisamment ces châssis pour permettre à la première barre de tension *t* de passer par-dessus l'extrémité arrondie des rails latéraux ou d'appui *y**, et de descendre dans la coulisse *z* destinée à la recevoir, et en s'abaissant ainsi entraîner les fils déroulés et leur conserver leur tension. Les châssis mobiles *y,y* glissent extérieurement sur des galets l,l, ainsi qu'on le voit au pointillé, fig. 2, en permettant ainsi de tomber dans les coulisses *z,z,z* à autant de barres que cela est nécessaire pour assurer la tension de la longueur de fil déroulé, c'est-à-dire que plus est long le temps qu'il faut pour retrouver et rattacher un fil, plus aussi il y a de chaîne déroulée, et par conséquent plus aussi il faut qu'il s'abaisse de barres, chacune de celles-ci s'échappant successivement aux extrémités des rails *y** ; à mesure que ceux-ci sont poussés en arrière, les fils sont doucement entraînés par la barre qui descend dans sa coulisse respective *z*, en s'appuyant contre la barre verticale *y* du châssis.

Le fil rompu étant rattaché, les mouvements des courroies et les poulies sont renversés de nouveau, et la chaîne, ou plutôt l'ensouple, tourne dans le sens nécessaire à l'enroulement. Lorsque les fils en se tendant relèvent les barres de tension *t,t* et les ramènent à leur position positive, le contre-poids et les chaînes 2,2 passant sur les poulies 3,3 et qui sont attachés aux châssis *y,y* ramènent ceux-ci à leur position première, et le rail supérieur *y** passant sous les galets aux extrémités des barres les soutient jusqu'à ce qu'on en ait besoin de nouveau.

On pourrait appliquer à la machine tout autre mode de renversement de mouvement que celui qui a été indiqué, tel par exemple que celui dont on fait usage dans le tour, et combiner ce moyen avec les barres de tension ou quelque autre moyen mécanique qu'on jugera convenable, mais les dispositions qui ont été indiquées m'ont paru les plus simples et les plus efficaces.

Machines à parer et à poncer les cuirs et peaux passés en huile.

Par M. Nisbett.

Les perfectionnements que je propose ne s'appliquent qu'aux cuirs et peaux de bœufs, de vaches, etc., qui ont été passés en huile, et qui, après avoir enlevé l'excès de ce liquide, sont séchés, étirés, parés à la lunette et soumis au ponçage. Généralement ces travaux ont été jusqu'à présent exécutés à la main ; ils sont extrêmement pénibles et exigent beaucoup de force et d'habileté de la part de l'ouvrier qui prépare ces sortes de peaux. Le but de mon invention est de procéder à cette préparation soit sur des peaux entières, soit après qu'elles ont été découpées suivant des formes voulues, par des moyens mécaniques, c'est-à-dire de les parer et de les poncer, en établissant soit des lunettes ou des couteaux, soit des pierres ponces ou autre matière rugueuse sur des arbres tournants et les faisant agir sur les peaux, posées sur des sommiers ou matelas convenables.

Ceci bien entendu, je vais expliquer à l'aide de figures la manière dont je propose d'effectuer ainsi les différentes parties de ce travail.

La fig. 5, pl. 36, représente une élévation latérale et la fig. 6 une section longitudinale d'une machine établie d'après mes plans pour travailler les cuirs passés en huile, autant du moins qu'il s'agit de les étirer et de les parer. *aa* est la bâti, *b* un arbre tournant dans des appuis *cc*, et qui reçoit son mouvement d'une machine à vapeur ou autre agent par l'entremise d'une courroie, agissant sur la poulie *d*, montée sur cet arbre ; *ee* sont des séries de croisillons dont chaque bras porte un couteau à parer *f*, qui s'y trouve fixé et qui, par leur révolution sur l'arbre *b*, parent la peau ou portion de peau placée sur un sommier ou matelas *g*, rembourré avec du foin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou autre matière propre à le rendre élastique, et recouvert d'une peau en huile ou toute autre couverture souple et douce ; le matelas *g* est établi et porté sur un chariot monté, ainsi que le fait voir la figure, sur quatre roues *hh*, et courant sur les rails *ii*, dont il ne peut sortir à cause des rebords dont les roues sont garnies. Les couteaux à parer *ff* tournent avec une rapidité considérable et ceux que j'emploie circulent avec une vitesse d'environ 360 mètres par minute, et on peut les faire circuler encore plus vite.

L'ouvrier place la peau ou les pièces qu'on y a découpées sur le matelas *g* et fait avancer celui-ci sur son chariot sous les couteaux *f*; ceux-ci par leur révolution attirent et font passer toute la peau que l'ouvrier retient d'une main pour retarder son passage sous ces instruments, suivant qu'il le juge nécessaire par la marche du travail, ou l'effet qu'il s'agit de produire. Lorsque l'une des faces de la peau a été ainsi parée une ou deux fois, l'ouvrier ramène le chariot qui porte le matelas, après avoir toutefois rejeté la courroie de la poulie fixe sur la poulie folle, puis opère sur l'autre face de la même manière. Ce parage, comme on voit, marche avec une très-grande célérité et est beaucoup plus uniforme que celui fait à la main.

Quand on opère sur des peaux de mouton ou de daim, pour en réduire l'épaisseur, on remplit les intervalles, entre les couteaux, de coins de bois, ce qui produit des cylindres circulaires, dont la surface convexe est courbe dans le sens de l'axe, ou arbre, et où les couteaux ne font qu'une légère saillie au delà du bois. La fig. 7 est le plan, et la fig. 8, une élévation latérale d'une machine portant ces sortes de couteaux *ff*, et les fig. 9, 10, 11 et 12 présentent une vue de face du croisillon de ces couteaux, où l'on a enlevé les coins de bois, une section et une élévation latérales, et une vue de face des séries des couteaux *f*, et des coins de remplissage *j* sur une échelle plus grande qui permet de mieux en saisir la disposition.

Les fig. 7 et 8 représentent en outre l'appareil de ponçage *k* qui exécute une partie du travail de la préparation des peaux. Les pierres ponces *k*, ou autres matières rugueuses qui servent à ce travail, sont établies sur deux arbres *m* qui reçoivent le mouvement par les moyens ordinaires. La machine du reste ressemble dans sa construction à la précédente, et les mêmes lettres y représentent les mêmes objets.

Les peaux ou cuirs, en passant par cette machine, sont d'abord parés à l'aide de deux séries de couteaux *f*, qui dans ce cas, roulent sur deux arbres différents ; cela fait, elles sont exposées à l'action de deux cylindres ponceurs tournant, où les ponces sont disposées de manière à agir sur toutes les parties de la peau, à mesure que celle-ci s'avance au-dessous d'eux.

Les fig. 13, 14 et 15 représentent les ponceurs sous différents aspects, la première en coupe la seconde, latéralement, et la troisième de champ ou de face.

Les fig. 16 et 17 sont des vues en coupe transversale et longitudinale de la machine à poncer, pendant qu'elle est en action sur des peaux qui ont déjà été travaillées par la machine à parer, fig. 5 et 6.

Moulage des vis à pas carré.

Par M. W. Bowser.

La difficulté qu'on éprouve pour obtenir au moulage des vis à pas carré par les moyens ordinaires est due à la nature même de la spirale du pas qui, présentant son angle d'inclinaison parallèle à l'axe dans des directions opposées de chaque côté de celui-ci, s'oppose à la possibilité de dépouiller le modèle sans déplacer un peu de sable. Pour obvier à cet inconvénient, j'ai trouvé un moyen à l'aide duquel les modèles de vis à pas carré peuvent être enlevés des châssis en laissant une empreinte parfaite dans le sable pour y couler la fonte.

A cet effet, au lieu d'employer seulement deux flasques ou châssis pour le moulage d'un modèle de dimension quelconque, je forme mon moule pour vis avec trois flasques, deux qui renferment les moitiés supérieure et inférieure du moule pour le corps de la vis, et une troisième pour la tête ou le carré de cette vis.

Une plaque de métal, de dimension suffisante pour couvrir l'extrémité des deux longues flasques quand elles sont posées l'une sur l'autre, est fixée sur ces pièces, et porte à son centre un écrou, qui maintient le modèle de la vis dans la position régulière dans le sable, dans le plan de contact des deux moitiés, afin de former le moule désiré.

Lorsqu'on veut retirer du sable le modèle du corps de la vis, on introduit une clef à l'extrémité de ce modèle qui passe par l'écrou, et, en tournant la clef, le modèle est dévissé de l'intérieur du moule. L'écrou qui est solidement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

établi sur la plaque, présente la résistance nécessaire pour cela.

La plaque et l'écrou sont alors enlevés, et la troisième flasque, qui renferme la portion du moule dans laquelle doit se couler la tête ou le carré de la vis, est alors réunie aux deux longues flasques et le tout est prêt à être porté au fondeur.

Les fig. 18 et 19, pl. 56, représentent les sections des flasques et de la vis dans deux états successifs.

AA, fig. 18, est une planche préparée pour loger la moitié de l'épaisseur du modèle et qui, à cet effet, porte une cavité au-dessus de laquelle l'autre moitié de ce modèle se présente en saillie. B, C, et D sont les trois pièces ou portions du modèle.

La pièce B est pourvue d'une broche, EE, qui passe dans un trou cylindrique percé dans la portion C de la vis; elle sert à guider le modèle quand on le dévisse dans le sable.

La portion D porte un trou convenablement taillé en écrou pour livrer passage au modèle et permettre de l'enlever. FG est l'une des deux grandes flasques, représentée en coupe et placée sur la planche AA. A son extrémité G, il y a une ouverture semi-circulaire suffisamment grande pour permettre de comprimer le sable circulairement autour du collier D. Une plaque métallique HH est vissée sur ce collier, ainsi qu'à la flasque FG, au moyen de deux vis II. On remplit la flasque de sable qu'on bat fortement jusqu'au haut, ainsi qu'on le voit par les hachures.

Une seconde planche JJ, fig. 2, est alors fixée sur le sommet de la flasque MG, et le tout étant retourné, cette planche se trouve former le dessous. La première planche AA est enlevée en laissant la moitié du moule sur le sable. Si ce demi-moule présente quelques imperfections, on le répare et on place dessus la flasque KL qu'on assujettit à celle FG ainsi que la plaque HH. Alors on remplit cette flasque de sable qu'on bat fortement comme précédemment et on a une empreinte complète du corps de la vis. Dans cet état on enlève la plaque HH pour attacher aux deux longues flasques, avec les vis II, la flasque extrême MM qu'on remplit de sable et bat pour prendre le moulage de la tête. Cela fait on enlève cette flasque MM et on assujettit de nouveau la plaque HH sur les deux flasques FG et KL ainsi qu'au collier D, et on dévisse la portion filetée du modèle, en appliquant une clef dans l'ouverture N et en tournant le modèle jusqu'à ce qu'il soit complétement dégagé du sable.

Pour enlever la portion unie B du modèle, on sépare la flasque supérieure de celle inférieure, et, toutes les flasques étant de nouveau réunies, on fait un trou dans le sable et on coule pour obtenir la pièce moulée conforme au modèle.

De la taille des limes demi-rondes et autres limes à faces courbes.

Par sir J. Robison.

Il n'est pas d'ouvrier qui ne sache que, s'il est facile de se procurer des limes plates de presque tous les degrés de mordant ou de douceur et d'une grande régularité de surface, il est à peu près impossible d'obtenir à aucun prix des limes demi-rondes possédant la même douceur et la même uniformité.

Comme je crois avoir trouvé une méthode propre à tailler des limes demi-rondes, et même entièrement rondes avec la même douceur, et je dirai même avec la même régularité de figure que des limes plates, je demande la permission d'indiquer en peu de mots cette méthode, afin qu'elle arrive à la connaissance de ceux que ce sujet peut intéresser ou qui sont en mesure d'en faire l'application.

Pour fabriquer des limes demi-rondes, soit convexes, soit concaves, je propose d'abord de préparer ces limes en blanc comme si elles étaient destinées à faire des limes moyennes à finir, c'est-à-dire d'égale longueur et épaisseur dans toute leur longueur, de les tailler sur une de leurs faces au degré de finesse requis, puis au moyen d'une presse à vis et de matrices de cuivre ou autre métal ductile, de leur donner par la pression du balancier le degré de courbure que l'on juge nécessaire avant de tremper, et d'obtenir ainsi des limes à surface courbe, mais avec des dents d'égale profondeur sur tout le travers de leur surface convexe.

Je propose, de la même manière, de fabriquer des limes aux trois-quarts rondes, ou même des limes rondes et entièrement cylindriques et très-douces, en taillant à plat sur une des faces et courbant sur des mandrins d'acier suivant une forme tubulaire avant de tremper.

En communiquant ce plan à un fabricant distingué, M. Stubbs, de Warrington, j'ai appris de lui que sa maison

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avait tenté de fabriquer des produits d'après un mode semblable, mais qu'on l'avait abandonné à cause des difficultés qu'on avait éprouvées à courber les limes suivant une forme cylindrique régulière après qu'elles avaient été taillées, et en même temps M. Stubbs m'adressa une lime de ce genre, qu'il avait faite ainsi il y a près de trente ans. L'examen de cette lime me fit reconnaître de suite les causes pour lesquelles elle avait présenté des difficultés à la fabrication, et qui provenaient de ce qu'au lieu de faire la lime en blanc d'une épaisseur et d'une largeur uniformes dans toute son étendue, on l'avait façonnée comme un lime plate ordinaire, et que par conséquent il avait été impossible de lui donner, au balancier, par la simple pression, une forme courbe régulière. Si M. Stubbs avait songé à faire ses limes parfaitement rectangulaires comme les plates à main, et régulières, il aurait infailliblement réussi, et les limes tubulaires auxquelles il n'a pas songé se fussent immédiatement offertes à son esprit.

Comme ce sujet paraît intéresser à un haut degré les arts industriels, nous croyons nécessaire de produire ici certains documents propres à faire juger des opinions des personnes compétentes, et des difficultés que cette fabrication des limes a présentées dans la pratique : le premier de ces documents qui est le rapport fait à la Société royale des arts et métiers de l'Écosse, s'exprime ainsi :

« Conformément aux intentions de la Société, les commissaires qu'elle a choisis dans son sein pour lui faire un rapport sur une note lue par sir J. Robison, relative à la taille et à la fabrication des limes demi-rondes et rondes, ont l'honneur de l'informer qu'avec cette note ils ont reçu trois limes demi-rondes cylindriques fabriquées par MM. Johnson, Cammell et comp., de Sheffield. Deux de ces limes ont été taillées sur la face convexe seulement, et l'autre aussi sur la face concave; toutes trois ont paru à votre commission de forts beaux échantillons pour un premier essai, quoiqu'elles ne soient pas aussi rigoureusement droites et d'une courbure aussi uniforme qu'on pourrait le désirer.

» Vos commissaires sont convaincus que la méthode de M. Robison est susceptible d'application utile dans la pratique, et que lorsqu'on se sera pourvu de l'outillage nécessaire pour imprimer à ces limes la forme convenable, et que les ouvriers auront acquis quelque expérience dans le maniement des nouveaux outils, ils produiront des limes demi-rondes très-supérieures à celles taillées à la manière ordinaire pour certains genres de travaux. La douceur de la taille donnera d'ailleurs aux nouvelles limes une préférence décidée sur celles du commerce.

» Les commissaires font remarquer que la lime taillée concave est la seule qu'ils aient encore vue de cette espèce, et déclarent qu'ils ne voient aucune objection au succès de la fabrication des limes aux trois-quarts et entièrement rondes ou cylindriques; les ouvriers pourront rencontrer d'abord quelques difficultés dans le premier cas, mais on espère qu'ils ne tarderont pas à les surmonter par l'expérience.

» En résumé, la commission pense que la méthode que sir J. Robison a proposée pour tailler des limes demi-rondes et cylindriques à tailles continues, est un perfectionnement décidé dans la fabrication de certaines espèces de limes, et que ce perfectionnement mérite l'approbation de la Société. »

J. Milne, rapporteur.

Le second document consiste en deux lettres de MM. Johnson, Cammell et comp., de Sheffield, sur le sujet en question; la première du 13 février, et la seconde du 7 novembre 1843.

Dans la lettre du 13 février, adressée à M. Robison, ces habiles fabricants s'expriment ainsi :

« Le moyen que nous avons adopté jusqu'à ce jour pour courber les demi-rondes, a été l'emploi d'étampe et contre-étampe en étain, c'est-à-dire de placer la lime chauffée sur la contre-étampe du fond et de la courber en frappant avec le marteau l'étampe ou mandrin placé dessus pour la faire entrer dans la contre-étampe. C'était la méthode la plus simple qu'on pût adopter pour mettre à l'essai l'application du moyen que vous nous avez communiqué, mais nous nous sommes promptement aperçus qu'il n'était point assez puissant pour opérer et assurer dans tous les cas une courbure régulière, et c'est là sans doute, à ce que nous soupçonnons, la cause pour laquelle nous n'avons pas parfaitement réussi à la trempe.

» Nous venons de donner l'ordre d'établir des outils, étampes, etc., en cuivre, qui seront appliqués sous la presse à vis et en obtenant ainsi la courbure sur toute la longueur de la lime graduellement et par un seul passage à la presse, nous espérons obvier aux diffi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cultés qui vous ont arrêté jusqu'à présent, et faire disparaître les inégalités, blancs ou endroits faibles causés par les coups à la main, et qui dans tous les cas fléchissent, se voilent ou se tordent à la trempe; nous espérons vous adresser d'ici à quelques jours des échantillons fabriqués par ce procédé. Nous avons aussi réfléchi au moyen que vous proposez de courber sur rouleaux de cuivre, mais nous croyons, par les motifs ci-dessus énoncés, que ce moyen n'est pas très-praticable. Dans tous les cas de cylindrage de l'acier, l'acier offre une grande tendance à suivre la surface convexe des rouleaux et à se courber. Quand il s'agit comme à l'ordinaire d'acier plat, on remédie aisément à ce défaut et on redresse sans difficulté, mais dans le cas où la lime se courberait sur les rouleaux par la face convexe, et tout en adoptant un moyen quelconque pour la maintenir droite, il en résulterait toujours que ce moyen serait encore disposé à ouvrir la lime, à altérer sa courbure et à nuire à sa taille. De plus, il est présumable que dans le cylindre il y aurait danger d'aplatir ou altérer la taille, à moins que le métal qui constituerait les cylindres ne fût à peu près aussi mou que l'acier chauffé, et s'ils étaient de la même nature, il s'ensuivrait qu'ils seraient détériorés et auraient continuellement besoin de réparations.

» Nous pourrions aisément, par divers moyens, plier l'acier chauffé suivant une forme ou courbure quelconque, mais dans l'adoption de l'un de ces moyens, il ne faut pas perdre de vue qu'une des conditions principales c'est de ne pas altérer la vivacité et le mordant de la taille, qui à cette haute température peut si facilement être altérée par une pression peu convenable exercée par des métaux durs; nous pensons toutefois que nos échantillons prochains vous démontreront que ces difficultés auront été surmontées. »

La seconde lettre de MM. Johnson, Cammell et comp., a été adressée après le décès de M. Robison, à la Société royale d'Écosse, et est ainsi conçue :

« Nous avons l'honneur de vous transmettre la description du mode que nous avons adopté dans la fabrication des limes demi-rondes avec de l'acier d'égale épaisseur, d'après le plan de feu J. Robison, c'est-à-dire au moyen de la presse à vis et d'étampes ou matrices en cuivre.

» Vous verrez, par les échantillons que nous avons déposés, que nous nous sommes écartés du plan suggéré à l'origine par l'inventeur, et qui consistait à tailler sur des limes en blanc préparées comme pour des limes minces à polir et à égalir. Toutefois, nous devons dire que nous n'avons abandonné ce plan que quand par l'expérience et la pratique, nous avons remarqué que le travail qu'il exigeait était fort incertain et irrégulier, car ces limes étant d'épaisseur uniforme, les bords présentaient un degré égal ou supérieur de résistance à la pression que celle qu'on éprouvait au centre, et la contre-étampe venant en contact avec le centre de la lime avant de l'être avec toute autre portion, la faisait courber plus fortement en ce point sur ces bords et produisait par conséquent divers degrés de courbure dans la même lime. De plus, notre étampe était conformée de manière à produire une pression plus prompte et plus forte sur les bords, afin d'arriver à une courbure plus uniforme; alors nous mettions en danger la vivacité de la taille des dents sur les portions latérales de la lime convexe ou concave qui recevait aussi une pression peu satisfaisante. Toutes ces objections, toutes ces difficultés ont été surmontées ou du moins fort atténuées par le mode que nous avons adopté de tailler et courber les limes faites avec des lames d'acier légèrement abattues sur les bords sur l'une des faces de cette manière. La face plate taillée d'une manière continue, peut être courbée, convexe ou concave, et les bords abattus peuvent être taillés comme limes fendantes ou bien laissés en blanc.

» Nous croyons que ces remarques paraîtront intéressantes, en ce qu'elles rendent raison de l'abandon que nous avons fait du moyen de tailler et courber nos limes avec de l'acier d'épaisseur et parallèle, mais dans tous les cas nous devons déclarer que l'invention de Robison est considérée par des ingénieurs éminents, des constructeurs et des praticiens habiles, comme un des perfectionnements les plus remarquables faits de nos jours dans la fabrication des limes. »

Rapport fait à l'Académie des sciences sur un mémoire de M. Clapeyron, relatif au règlement des tiroirs dans les machines locomotives, et à l'emploi de la détente.

Par M. Lamé.

L'Académie nous a chargés, MM. Poncelet, Piobert et moi, de lui faire un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapport sur un travail présenté en mai 1842, par M. Clapeyron, et intitulé : *Mémoire sur le règlement des tiroirs dans les machines locomotives, et sur l'emploi de la détente.* (Voir *le Technologiste*, 4e année, page 470.)

On pourrait croire, au premier abord, qu'il s'agit uniquement ici de cette disposition connue sous le nom d'*avance du tiroir*, et dont les avantages ont été analysés dans diverses publications ; mais, comme on va le voir, le problème pratique que s'est proposé M. Clapeyron, et qu'il a résolu, est plus général et plus important. Pour faire concevoir en quoi consiste ce problème, quelques détails préliminaires sont indispensables.

Dans toute machine à vapeur, une des faces du piston, dans une double oscillation qui correspond à une révolution complète du volant, traverse quatre périodes distinctes dont les durées relatives ont une influence sur le travail transmis. Lors de la première, la face du piston est en communication avec la vapeur dans la chaudière, et marche en général dans le sens de la pression qu'exerce cette vapeur. Plus tard, la communication avec la chaudière est interrompue ; la vapeur renfermée entre le piston et l'appareil distributeur agit par détente ; c'est la deuxième période. La troisième commence à l'instant où la communication s'ouvre, soit avec le condenseur, soit avec l'atmosphère, et finit au moment où cette communication est interrompue ; le mouvement du piston est alors ordinairement rétrograde. Enfin, la quatrième période s'étend depuis le moment où la communication se ferme avec le condenseur jusqu'à celui où la communication s'ouvre avec la chaudière ; pendant cet intervalle de temps, la vapeur, d'abord à la pression du condenseur, reste emprisonnée entre le piston et l'appareil de distribution, et peut même éprouver une certaine compression. Pour simplifier, nous appellerons ces quatre périodes : *période d'admission*, *période de détente*, *période d'échappement* ou *d'évacuation*, enfin *période de compression*.

Si l'on représente par une ligne droite considérée comme axe des abscisses l'espace décrit par le piston ; si l'on élève des ordonnées représentant chacune la pression éprouvée en son lieu par la face du piston que l'on considère, tant lors du mouvement direct que lors du mouvement rétrograde, les extrémités de ces ordonnées décriront une courbe rentrante ou un polygone fermé, et le travail transmis par la vapeur sera représenté par l'aire de ce polygone.

Cela posé, le meilleur règlement du tiroir ou la meilleure distribution sera réalisée, si l'on peut rendre l'aire dont il s'agit un maximum pour une même quantité de vapeur fournie par la chaudière. C'est le but que M. Clapeyron s'est proposé d'atteindre par de nombreuses recherches théoriques et pratiques. Attaché pendant longtemps comme ingénieur en chef aux chemins de fer de Saint-Germain et de Versailles (rive droite), son attention s'est particulièrement fixée sur les machines locomotives. Mais avant d'exposer le résultat de ses travaux, il importe de rappeler à quel point en était la question quand il l'aborda à son tour.

Il y a huit ou dix ans, la plupart des constructeurs de machines locomotives étaient dans l'habitude de donner à la partie de la paroi du tiroir qui forme une sorte de soupape glissante, et que l'on désigne dans les ateliers par l'expression singulière de *bride du tiroir*, une largeur ou épaisseur précisement égale à la lumière de communication avec le cylindre. Par cette disposition primitive, lorsque le piston est à l'extrémité de sa course, le tiroir est au milieu de la sienne, et sa bride recouvre exactement la lumière. La période d'admission dure alors tout le temps du trajet direct du piston ; la période de détente est nulle ; la période d'échappement dure autant que le mouvement rétrograde du piston ; enfin la période de compression est nulle.

Le polygone fermé, dont l'aire représente le travail transmis quand on néglige la contre-pression reconnue plus tard, se réduit alors à un rectangle dont les côtés horizontaux sont la course même du piston, et dont les côtés verticaux représentent la différence entre la tension initiale de la vapeur et la pression dans le condenseur ou l'atmosphère. C'est au reste la traduction géométrique de la formule admise dans la théorie ordinaire de la machine à vapeur sans détente.

Mais les praticiens avaient reconnu depuis longtemps que la machine locomotive gagne en puissance et économise en combustible lorsque, sans rien changer au tiroir, on fait tourner à demeure l'excentrique qui dirige son mouvement sur l'essieu coudé, de telle sorte que l'admission de la vapeur et son évacuation, au lieu de commencer précisément au moment où le piston atteint le point mort, précèdent cet instant d'une certaine quantité. Cette disposition s'était

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

introduite dans les ateliers sous le nom d'*avance du tiroir*. Elle était établie sur les machines locomotives importées d'Angleterre en 1837 pour le service du chemin de fer de Saint-Germain.

L'explication des avantages qui résultent de cette disposition n'était pas un mystère : on savait que l'avance du tiroir a pour effet de diminuer l'influence de la compression qui, dans le règlement sans avance, a lieu pendant tout le temps qui s'écoule entre l'ouverture de la lumière d'échappement et l'instant où l'équilibre de pression s'établit entre la vapeur qui a accompli son travail et le condenseur ou l'atmosphère. En outre, on s'était aperçu que l'*avance* introduisait la vapeur sur une des faces du piston avant que cette face eût atteint le fond du cylindre, et l'on avait paré à cet inconvénient en accroissant la bride de quelques millimètres du côté de la chaudière, ou en lui donnant un faible recouvrement extérieur. L'avance du tiroir est mentionnée dans la première édition de l'ouvrage de M. Pambour sur les locomotives.

Plus tard cette disposition a été l'objet de recherches approfondies dans l'ouvrage intitulé : *Guide du Mécanicien*, publié en 1840, par MM. Flachat et Pétiet. Ces ingénieurs conseillent de régler les machines locomotives de telle sorte que la vapeur s'introduisant un moment avant que le piston ait changé de mouvement, commence à s'échapper lorsque la manivelle a encore 23 degrés à parcourir pour atteindre le point mort ; la vapeur n'est alors introduite que pendant les 0,87 de la course du piston. MM. Flachat et Pétiet ont fait ressortir les avantages qui résultent de cette économie de vapeur ; ensuite, à l'aide d'hypothèses plausibles et d'une méthode de calcul approximative, ils ont cherché à découvrir la loi de la pression variable que conserve la vapeur durant l'échappement, et à représenter par des nombres le bénéfice que l'on trouve à faire tourner au profit du travail utile cette même pression qui, dans le règlement sans avance, en consomme inutilement une portion très-notable. Mais, à l'imitation des constructeurs, MM. Flachat et Pétiet s'étaient trop arrêtés dans la voie du progrès signalé par de premiers succès pratiques, et qu'ils avaient eux-mêmes contribué à éclaircir et à répandre.

Jusque-là on s'était uniquement occupé de l'idée d'ouvrir la communication avec l'atmosphère ou le condenseur avant que le piston ait atteint le terme de sa course. Le recouvrement du tiroir, du côté extérieur, avait pour but de n'introduire la vapeur que dans le voisinage du point mort. On avoit remarqué il est vrai que ce recouvrement donnait naissance à une véritable détente ; mais, tout en reconnaissant cet avantage, on le regardait comme une conséquence heureuse de la disposition adoptée, et l'on ne faisait aucun effort pour l'accroître.

C'est en cela que les dispositions proposées et appliquées par M. Clapeyron se distinguent nettement du mode de règlement connu sous le nom d'avance du tiroir. La détente, acceptée jusqu'à lui comme une conséquence, il se l'est proposée comme un but, et il est effectivement parvenu à l'accroître notablement sans employer aucun nouvel appareil, et sans rien changer aux conditions essentielles de l'admission et de l'échappement de la vapeur.

Revenons maintenant aux quatre périodes que nous avons distinguées dans le mouvement direct et rétrograde de l'une des faces du piston. Il est évident, à priori, que la période d'admission doit avoir son origine au moment où le piston commence sa course, et se terminer lorsque la quantité de vapeur introduite est celle que comporte la puissance évaporatrice de la chaudière. La période de détente, au premier abord, semble se terminer à l'instant où la vapeur dilatée n'a plus qu'une tension égale à la pression de l'atmosphère ou à celle du condenseur ; mais ici interviennent deux considérations pratiques qu'on ne saurait abstraire : d'abord on ne peut accroître outre mesure les dimensions du cylindre, et ensuite, pour les locomotives, il faut conserver à la vapeur s'échappant dans l'atmosphère une pression suffisante pour accélérer son évacuation, ou, comme le croient les praticiens, pour opérer convenablement le tirage ; afin de tenir compte de ces restrictions, on peut dire que la période de détente doit avoir lieu pendant la plus grande fraction possible de la course du piston. La période d'échappement doit se terminer à l'instant même où la face du piston que l'on considère a atteint le terme de son mouvement direct ; néanmoins on peut avec avantage sacrifier quelque chose de la rigueur de ce principe dans le but de diminuer la capacité du cylindre, et assigner pour condition que la troisième période se termine lorsque le piston, dans son mouvement rétrograde, ne s'est encore éloigné que fort peu du point mort. Enfin la période de compression

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doit se terminer à l'instant où le piston achève sa double course.

Telles sont les conditions que doit remplir une bonne distribution. On peut y satisfaire à l'aide de plusieurs appareils connus depuis longtemps, et qui ont l'avantage de procurer une détente variable; mais ces appareils ajoutent une nouvelle complication dans la locomotive, où une extrême simplicité est plus desirable encore que pour toute autre machine à vapeur. Or, l'appareil ordinaire de distribution nommé *tiroir* renferme plusieurs élèments indéterminés; ne serait-il pas possible d'en disposer de manière à remplir les conditions que nous venons d'énoncer sans ajouter aucun nouveau mécanisme? voilà le problème que s'est posé M. Clapeyron.

Mais pour satisfaire à quatre conditions, il faut pouvoir disposer de quatre variables; l'appareil de distribution les fournit-il? c'est ce qu'il importe d'examiner. Supposons le tiroir au milieu de sa course; la lumière qui communique avec le cylindre est alors recouverte par la bride du tiroir qui, dans le cas le plus général, dépasse la lumière des deux côtés: du côté de la vapeur cet excédant porte le nom de *recouvrement extérieur;* du côté du condenseur ou de l'atmosphère on peut l'appeler *recouvrement intérieur*. Ces deux recouvrements sont à la disposition du constructeur. Ce n'est pas tout: l'excentrique qui commande le tiroir peut être diversement placé par rapport au bras de la manivelle; voilà une troisième variable dont on peut encore disposer, mais là cesse toute indétermination. Ainsi il n'existe que trois variables pour satisfaire à quatre conditions: ces trois variables sont: le recouvrement extérieur, le recouvrement intérieur, et l'angle qui fixe l'axe de l'excentrique.

Des quatre conditions à remplir il fallait donc en sacrifier une, et conséquemment rechercher avec soin les trois conditions qui influent le plus sur la marche de la machine. La discussion nécessaire pour atteindre ce but fait partie du mémoire de M. Clapeyron. Nous devons nous borner ici à indiquer les résultats pratiques auxquels cet ingénieur a été definitivement conduit.

Dans la machine *le Creuzot*, sur laquelle eurent lieu les premières expériences, et dont le nouveau mécanisme fut commencé en mai 1840, le recouvrement extérieur fut porté à $0^m,103$ ou au quart de la course du tiroir, le recouvrement intérieur à $0^m,018$, et l'angle compris entre l'axe de la manivelle et celui de l'excentrique à 55 degrés. Avec ces dispositions, et comme l'auteur le fait voir à l'aide d'une construction géométrique fort simple, la période d'admission cesse quand le piston a parcouru les 0,7 de sa course. La période de détente finit aux 0,96, la manivelle faisant alors un angle de 19 degrés avec la position correspondante au point mort. La période d'évacuation dure jusqu'à ce que le piston ait atteint les 0,79 de sa course rétrograde. Là commence la période de compression qui se termine au moment où la communication avec la chaudière s'ouvre de nouveau, et lorsque le piston a presque atteint le point mort, la manivelle n'en étant séparée que d'un angle de 6 degrés.

M. Clapeyron admet dans son Mémoire que, dans la quatrième période, la vapeur, d'abord à la pression du condenseur, peut se comprimer sans se liquéfier, à cause de la haute température que doivent conserver les parois du cylindre dans les locomotives. Il était à désirer que ce fait remarquable fût vérifié par des expériences directes. C'est ce que vient de faire M. Clapeyron, à l'aide de l'indicateur de Watt: la courbe tracée par l'instrument justifie toutes ces prévisions.

Cette compression, dont l'existence est maintenant constatée, semble au premier abord devoir réduire le travail utile de la vapeur employée, et il paraît même que cette considération a empêché les constructeurs d'augmenter convenablement les recouvrements du tiroir. Mais, comme le fait observer M. Clapeyron, il n'y aura inconvénient que si la vapeur comprimée acquiert une tension supérieure à celle de la chaudière: si cette limite n'est pas dépassée, et seulement atteinte, il arrivera qu'au commencement de la période d'admission, l'espace que le piston laisse libre à l'extrémité du cylindre, et les conduits qui y aboutissent, renfermeront un fluide à la pression de la chaudière; la consommation sera donc réduite du poids de la vapeur qui, dans l'hypothèse ordinaire, eût dû remplir ces espaces, auxquels on pourra toujours donner une capacité suffisante pour qu'il en soit ainsi.

Si l'on compare la disposition adoptée par M. Clapeyron à ce qui avait été fait par ses devanciers, on remarquera qu'il ne change rien aux époques où doivent commencer les périodes d'admission et d'échappement, mais qu'il profite d'une indétermination qui reste encore pour accroître la détente dans des limites pratiques. Le succès obtenu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la machine *le Creuzot* le porta à pousser plus loin encore la détente dans d'autres locomotives, où la vapeur est maintenant interceptée aux 0,65 de la course du piston.

Dans le matériel des chemins de fer de Saint-Germain et de Versailles (rive droite), le nombre des locomotives modifiées d'après cette théorie monte actuellement à treize. Le diamètre des cylindres a été porté de 13 pouces à 15 pour sept de ces machines, et de 11 pouces à 13 pour les six autres. Dans toutes, l'effet utile s'est accru de 40 à 50 p. 0/0. La consommation a été réduite, mais cette diminution doit être attribuée en partie à d'autres causes que l'emploi de la détente. Le mode de distribution ou de *détente fixe*, inventé par M. Clapeyron, s'est introduit, depuis plus de deux ans, dans la plupart des ateliers où l'on construit et répare les locomotives.

Avant ce perfectionnement, les fortes locomotives du chemin de Versailles (rive droite) ne pouvaient franchir la rampe de 1/200 qui existe sur 18 kilom. du parcours total, qu'avec un convoi de huit wagons. Aujourd'hui les mêmes machines, modifiées d'après la théorie actuelle, sans consommer une plus grande quantité de vapeur, conservent la vitesse normale de 4 myriamètres à l'heure, en tête d'un convoi de douze wagons, ou d'un poids total de 75 tonnes, et cela sur une rampe ascendante, que son inclinaison, et surtout sa longueur, rendaient très-difficile.

Certes, il y a lieu de s'étonner qu'un résultat aussi important que celui d'augmenter de 40 à 50 p. 0/0 le travail utile d'une même quantité de vapeur ait été obtenu par quelques millimètres de plus donnés aux recouvrements du tiroir, appareil qui occupe une si petite place dans une locomotive. On pourrait être surpris, surtout, que le bénéfice énorme qui résulte d'une modification aussi simple, et qui peut s'appliquer à toutes les machines à vapeur, eût été découvert si tard. Mais des recherches intéressantes faites récemment par M. Clapeyron, et qu'il nous a communiquées, établissent que l'importance du règlement du tiroir avait été pressentie avant 1805, par Watt lui-même; qu'une pratique s'en était suivie dans ses ateliers, pratique conservée mystérieusement, et en quelque sorte comme une propriété exclusive, par les constructeurs anglais, élèves de cet illustre maître; que vers 1836, des ingénieurs de la marine française, en recevant et essayant les machines importées d'Angleterre pour les bateaux à vapeur de l'État, ont reconnu les avantages du mode de distribution adopté dans ces machines; que l'un d'eux, M. Reech, en a fait une étude approfondie, et a rédigé sur ce point un travail important, que l'administration doit publier prochainement. D'autres renseignements font voir que, depuis 1840, les ingénieurs des chemins de fer anglais ont été conduits à un mode de règlement de tiroirs, dans les locomotives, qui présente une grande analogie avec les dispositions adoptées par M. Clapeyron, mais qui en diffère par plusieurs points essentiels.

Pour trouver la date des premiers efforts tentés dans le but d'opérer un vide moins imparfait derrière le piston, avant qu'il retourne sur ses pas, il faut donc remonter jusqu'à l'illustre Watt. Cette origine est mise hors de doute par la copie d'un dessin communiqué à M. Campagnac, ingénieur de la marine, par M. Miller, célèbre constructeur anglais (1). Ce dessin est dressé d'après les indications de Watt, et porte la date de 1805; il fait voir que, dès cette époque, Watt avait reconnu la convenance de déterminer les dimensions du tiroir et la position de l'excentrique, de manière à interrompre l'admission de la vapeur aux 0,87 de la course du piston, et à ouvrir la communication avec le condenseur lorsque le bras de la manivelle a encore 24 1/2 degrés à parcourir avant d'atteindre le point mort.

Cette méthode fut conservée dans l'établissement de Watt et Bolton, à Soho, où M. Miller la recueillit vers 1814 ou 1815. Un petit nombre d'autres constructeurs en eurent connaissance par la même voie; et cet utile perfectionnement, dû au génie de Watt, resta pendant longtemps la propriété exclusive de quelques-uns de ses élèves.

Lorsque la marine française, après avoir importé d'Angleterre des machines destinées à l'armement de ses bâtiments à vapeur, eut fait construire sur les mêmes modèles d'autres appareils dans les établissements français, on fut frappé de la différence des effets obtenus avec ces diverses machines, en apparence identiques. Avec les appareils français, la production de vapeur était insuffisante, le nombre des coups de piston moindre, et les bâtiments marchaient

(1) Voir sur ce sujet une correspondance intéressante entre MM. Miller et Campagnac, insérée dans les nos 4 et 5, année 1843, de *la Revue générale de l'Architecture et des Travaux publics*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins vite, quoique la consommation du combustible fût plus considérable.

Il fut enfin reconnu que cette différence d'effets tenait uniquement à la *régulation des valves glissantes*, où au règlement des tiroirs : les appareils anglais arrêtant l'admission de la vapeur aux 0,8, et même aux 0,7, tandis que dans les machines françaises cette admission se prolongeait jusqu'à la fin de la course du piston.

Ce résultat est principalement dû à des recherches suivies avec persévérance par M. Reech, ingénieur de la marine. Dans un rapport adressé, le 7 décembre 1836, au ministre de la marine, M. Reech fait voir que l'infériorité des appareils français disparaîtrait si, par un simple déplacement du *toc* qui fixe la position de l'excentrique sur l'arbre de la manivelle, on arrêtait l'introduction de la vapeur entre les 0,7 et les 0,8 de la course du piston (1).

Depuis, de nouvelles expériences faites à Lorient, pour recevoir les paquebots-postes de la Méditerranée, et d'autres expériences entreprises, en 1837, à Lorient et à Indret, sur les bâtiments à vapeur de la marine royale, ayant confirmé ses assertions antérieures, M. Reech revit ses calculs, les rendit plus complets, et en composa un Mémoire qu'il adressa à l'Académie avant le 1er mai 1838, et qu'il retira en juin 1839 pour le remettre au ministère de la marine.

L'un des résultats les plus saillants, renfermés dans le travail de M. Reech, est compris dans l'énoncé suivant :

« Dans les machines à vapeur à basse » pression, disposées et proportionnées » comme celles du *Sphinx* (bâtiment » de l'État); avec un tiroir qui doit fermer l'entrée de la vapeur aux 0,9 de » la course, si l'on avance ou recule le » toc de l'excentrique sur l'arbre moteur, de manière à faire varier le point » de fermeture du tiroir depuis les 0,8 » jusqu'à la course entière, toute chose » restant égale d'ailleurs, le travail » utile, loin d'être proportionnel à la » vapeur dépensée, est au contraire à » son minimum quand la fermeture a » lieu à la fin de la course, et croît ra- » pidement à mesure que l'on donne » moins de vapeur, jusqu'à ce que la » fermeture ait lieu vers les 0,854. A » cette fraction d'introduction corres- » pond le maximum absolu de puissance. » Pour une moindre fraction, la puis- » sance diminue en même temps que la » dépense, mais le rapport de cette puis- » sance à la consommation ne cesse pas » d'aller encore en augmentant. »

Ce n'est pas ici le lieu d'analyser le savant mémoire de M. Reech; les détails qui précèdent suffisent pour constater l'antériorité de ses recherches en ce qui concerne les machines établies sur les bâtiments à vapeur.

Relativement aux machines locomotives, divers articles insérés dans le *Rail-way magazine* (1) prouvent que les ingénieurs anglais ont successivement modifié le règlement des tiroirs de manière à obtenir en dernier résultat une économie de combustible, que M. Wood évalue à 50 p. 100. La disposition définitivement adoptée ne paraît pas remonter au delà du mois d'août 1840; elle fut établie l'année suivante sur plusieurs locomotives du chemin de fer de Liverpool à Manchester. Depuis, cette méthode s'est étendue dans toute l'Angleterre et sur le continent.

De son côté, M. Clapeyron était arrivé à un résultat analogue par une voie théorique, et dès le mois de mai 1840, il établissait ses nouvelles dispositions sur la machine *le Creusot*. Toutefois, quoique ces deux perfectionnements s'appuient évidemment sur le même principe, ils diffèrent quant à leurs applications : les ingénieurs anglais ont pris pour but l'économie du combustible; M. Clapeyron s'est proposé d'accroître la puissance de ses machines sans augmenter la consommation.

Les méthodes nouvelles se distinguent en outre sur deux points essentiels : les constructeurs anglais n'interceptent pas la vapeur avant les 0,7 de la course du piston; M. Clapeyron adopte la limite de 0,65. Les premiers, dans toutes leurs machines à vapeur, suppriment complétement le recouvrement intérieur, tandis que M. Clapeyron regarde les deux recouvrements comme étant indispensables dans ses locomotives; la nécessité de les conserver résulte pour lui d'expériences comparatives qu'il a citées dans son Mémoire.

Au reste, la question du recouvrement intérieur, ou, ce qui revient au même, celle de l'angle sous lequel commence l'échappement, se lie au temps que met la vapeur à perdre son excès de pression. Cet angle doit être plus petit lors-

(1) M. Hubert, directeur des constructions navales du port de Rochefort, dans un rapport daté du 16 mars 1837, propose d'arrêter l'admission de la vapeur aux 0,8 de la course des pistons, sans autres modifications aux autres parties de la machine.

(1) Numéros des 27 novembre, 11 et 18 décembre, année 1841.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les lumières d'évacuation sont plus larges, plus grand lorsqu'elles sont plus étroites. Or M. Clapeyron, en faisant construire ses nouveaux cylindres, a notablement accru la largeur des conduits de vapeur, et cette circonstance paraît expliquer l'avantage constaté d'un recouvrement intérieur dans ses machines, en opposition avec la méthode anglaise.

Tels sont les faits historiques relatifs à la régularisation des organes distributeurs dans les machines à vapeur. Il est remarquable qu'en Angleterre et en France, des hommes de pratique et de théorie soient ainsi arrivés à des résultats à peu près identiques, qu'il s'agisse de machines fixes, d'appareils pour les bâtiments à vapeur ou de locomotives, sans que, comme tout porte à le croire, il y ait eu aucune liaison entre leurs travaux. Quand on pense à l'époque reculée à laquelle remonte la pratique de Watt, on se demande comment une disposition aussi simple, et qui, employée avec intelligence, peut ajouter 40 à 50 p. 100 au travail utile d'une quantité donnée de combustible, a pu rester pendant près d'un demi-siècle le secret d'un petit nombre de constructeurs. Nous voyons là un motif de se féliciter que l'Académie ait approuvé les conclusions du rapport. La publicité donnée au travail de M. Clapeyron contribuera à répandre des notions utiles, et provoquera des recherches nouvelles, indispensables pour éclaircir plusieurs points qui restent encore obscurs, tels que : la limite de la détente possible, sans l'emploi d'un appareil spécial ; la nécessité absolue ou relative du recouvrement intérieur ; enfin, la possibilité de s'opposer à toute perte de force qui proviendrait de la compression, en donnant des dimensions convenables à l'espace libre du cylindre et aux conduits de vapeur.

Description de l'indicateur ou dynamomètre pour les machines à vapeur de M. Macnaught, *modifié par M. Combes et construit par* M. Martin.

(*Extrait du Bulletin de la société d'encouragement, décembre* 1843.)

M. Combes, ingénieur en chef des mines, a rapporté d'Angleterre, en 1833, et décrit dans les *Annales des mines* (3e série, t. XVI, année 1839), l'indicateur ou dynamomètre de Macnaught, qui est destiné, comme l'indicateur de Watt, à accuser la tension de la vapeur et le degré de vide en chaque point de la course du piston d'une machine à vapeur. Cet instrument consiste en un cylindre alesé dans lequel joue un petit piston de 1 centimètre de diamètre environ. Lorsqu'il est vissé sur le couvercle d'une machine à vapeur et que l'on a ouvert le robinet de communication, la vapeur vient presser la face inférieure du petit piston qui est exposé à la pression atmosphérique. Un ressort à boudin placé en dessus du piston et lié avec lui, le comprime ou le dilate, suivant les différences de pression exercées sur ses deux faces, de manière à ce que la position du petit piston, dans le cylindre, dépend de ces différences. Un crayon lié à la tige du piston, et qui suit tous ses mouvements, trace la courbe des tensions variables de la vapeur sur une feuille de papier enroulée autour d'un cylindre qui reçoit un mouvement de rotation sur son axe en rapport avec le chemin décrit par le piston de la machine. Dans l'instrument anglais, le mouvement est communiqué au cylindre qui porte la feuille de papier par une corde à boyau qui s'enroule autour de la base du cylindre et dont l'autre extrémité est accrochée à l'une des tiges qui lient à un point fixe une des articulations du parallélogramme.

Cette disposition présente quelques inconvénients : ainsi le mouvement angulaire du cylindre sur son axe n'est pas exactement proportionnel au chemin parcouru par un point de la tige du piston. L'appareil ne peut s'adapter qu'à des machines qui ont un balancier et un parallélogramme ordinaires, et si l'on veut le placer sur des machines sans balancier ou à cylindre oscillant, il faut avoir recours à des dispositifs particuliers plus ou moins compliqués, pour transmettre au cylindre le mouvement de la tige.

L'instrument représenté dans les fig. 20 à 23, pl. 56, qui a été construit par M. Martin, à la demande et sur les indications de M. Combes, est exempt de ces inconvénients et porte avec lui le mécanisme propre à transmettre directement le mouvement du piston de la machine au cylindre qui porte la feuille de papier, quel que soit d'ailleurs le système de construction de la machine qui est le sujet des expériences.

Fig. 20, élévation de l'indicateur.

Fig. 21, section verticale sur la ligne CD, fig. 22.

Fig. 22, section horizontale sur la ligne AB de l'élévation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 23, divers calibres de douilles qui s'enfilent sur l'axe de la poulie motrice.

Fig. 24, section verticale de l'axe de la poulie.

Fig. 25, l'instrument représenté sur une échelle beaucoup plus petite, mis en place et prêt à fonctionner.

Les Nos 1, 2 et 3 sont des diagrammes obtenus avec cet indicateur.

A, cylindre de l'indicateur; B, tige du piston; C, boîte à étoupes traversée par cette tige; D, piston; E, corps de pompe dans lequel monte et descend le piston : il est vissé, ainsi que le cylindre A, sur une tubulure F, qui s'adapte au sommet du cylindre à vapeur, comme on le voit fig. 25; G, ressort à boudin fixé par le haut au couvercle H du cylindre A, et par le bas à l'embase I, vissée sur la tige du piston. Ce ressort est comprimé, lorsque la tige s'élève au-dessus du zéro de l'échelle, et détendu quand cette tige s'abaisse au-dessous. Le zéro de l'échelle correspond à une tension nulle du ressort.

J, robinet de l'indicateur servant à ouvrir ou fermer la communication entre l'intérieur du cylindre à vapeur et le dessous du piston D.

K, cylindre mobile placé latéralement au cylindre A, et autour duquel on roule la feuille de papier destinée à recevoir le diagramme.

L, support sur lequel est établi ce cylindre; M, cuvette dans laquelle il tourne; V, collier faisant corps avec le support L, et qui enveloppe le cylindre A.

O, poulie qui porte une rainure formant plusieurs spires d'une hélice, et dans laquelle est logé le cordon P, qui s'enveloppe autour de la poulie et va se rattacher, par une agrafe Q, à la tige du piston de la machine; R, axe de cette poulie; S, douilles qui s'enfilent sur la partie arrondie de cet axe, et sont destinées à obtenir des rapports divers de vitesse entre la course du piston D et le mouvement du cylindre K; T, cordon qui s'attache à l'axe R, après avoir passé dans le trou *a* de la douille et s'être enroulé sur celle-ci; ce cordon enveloppe le cylindre par le bas, où est ménagée une gorge, et sert à le faire tourner par l'intermédiaire du cordon P.

U, barillet renfermant un ressort de montre en spirale, fixé dans l'intérieur du cylindre K sur une douille V, faisant corps avec le cylindre qui est enfilé sur un axe vertical X, autour duquel il tourne. Ce ressort, qu'on peut remonter à l'aide d'une clef engagée sur le carré Y de l'axe, sert à faire rétrograder le cylindre, et à tenir le cordon P constamment tendu pendant la course descendante du piston de la machine à vapeur.

Z, pointe du traceur qui participe au mouvement vertical du piston D, étant attachée à l'embase I; elle marque sur le papier *c*, qu'on enroule autour du cylindre K, où il est retenu par ses bords au moyen de bandes métalliques minces *b b* faisant ressort.

A, fente longitudinale ménagée suivant une génératrice du cylindre A, dans laquelle passe le bras B' articulé avec le porte-crayon.

C', échelle graduée fixée sur le cylindre par deux vis passant dans des fentes longitudinales. Ses divisions représentent chacune la pression d'un kilogramme sur un centimètre carré. Quand les robinets sont fermés, l'index correspond au zéro de l'échelle; quand ils sont ouverts, la pression de la vapeur sera marquée par les degrés de l'échelle supérieurs à zéro, et le vide par les degrés inférieurs.

Usage de l'instrument. Pour se servir de l'indicateur, il faut le visser sur le robinet à graisse du cylindre ou sur toute autre ouverture. Quand il est bien mis en place, on enveloppe le cylindre mobile K d'une bande de papier *c*, en pinçant ses bords sous les ressorts *b b*, ayant soin qu'elle soit lisse et bien tendue; après avoir replié les bords pour bien l'assujettir, on enfile un crayon bien taillé à pointe fine dans la douille *d*, on écarte sa pointe du papier en faisant tourner en dehors la tige du porte-crayon autour de son articulation. Quand tout est bien disposé, le petit ressort *e*, qui presse le crayon, peut être fixé de manière que la pointe du crayon exerce seulement une pression légère sur le papier dont elle touche la surface. On attache le cordon P à la tige du piston de la machine, ou à un appendice invariablement fixé à cette tige; on amène la pointe du crayon sur le papier et on laisse donner à la machine quelques coups de piston sans ouvrir le robinet de l'indicateur, pour que le crayon trace la ligne qui correspond au zéro de l'échelle. On relève le crayon et on ouvre le robinet. Le piston suit alors les tensions de la vapeur. Au bout de quelque temps, sans rien déranger d'ailleurs à l'instrument, on amène le crayon au contact de la feuille de papier, et le crayon trace une figure représentant exactement la tension de la vapeur, et le degré de vide pour chaque coup de piston.

Quand le diagramme est tracé, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enlève la feuille de papier et on suit avec une plume très-fine le tracé du crayon ; on divise la figure par des lignes équidistantes, perpendiculaires à la ligne atmosphérique ou celle de zéro de l'échelle ; on prend les longueurs des ordonnées moyennes dans chaque division à l'échelle de l'instrument, on en fait la somme, on divise par le nombre de parties formées dans la figure, et on aura pour quotient la pression motrice moyenne.

Si l'on veut avoir la puissance d'une machine en chevaux, on calculera l'aire du piston en centimètres carrés ; on multipliera cette aire par la pression motrice moyenne donnée par l'expérience, exprimée en kilogr. sur un centimètre carré (chaque division de l'instrument exprime 1 kilogramme), et par le nombre de mètres parcourus par le piston dans une minute. On divisera le produit par 4500 ; le quotient exprimera la puissance de la machine en *chevaux-vapeur* de 75 kilog., élevés à un mètre par seconde, ou 4,500 kilog. élevés à un mètre par minute. En plaçant l'instrument sur la machine marchant à vide, et réglant l'ouverture de la soupape à gorge de manière à ce que le piston prenne la même vitesse que dans le cas de la machine chargée, on aura la puissance absorbée par le frottement seul des différentes parties de la machine, et des transmissions de mouvement que l'on aura conservées.

On pourra mesurer la même puissance absorbée par telle ou telle partie des mécanismes.

On reconnaîtra si le vide se fait bien dans la machine, si le jeu des soupapes ou du tiroir de distribution est convenablement réglé, si les passages sont assez grands, etc.

Les 3 diagrammes représentés par les fig. N^os^ 1, 2 et 3 ont été relevés par M. Combes, sur une machine à vapeur à détente et à condensation, établie au Pecq pour élever les eaux de la Seine dans le réservoir de la ville de Saint-Germain. Ces diagrammes montrent quelle est la position du piston au moment où la vapeur de la chaudière étant interceptée, la détente commence. On reconnaît que le vide se fait lentement dans le cylindre, quoiqu'il se fasse très-bien dans le condensateur ; ce qui paraît indiquer que les passages qui mettent ce cylindre en communication avec ce condensateur devraient être plus larges qu'ils ne le sont dans cette machine.

L'instrument, construit avec beaucoup de soin par M. Martin, rue Saint-Denis, 300, se vend 150 francs.

Procédé pour purifier l'air des lieux clos ou insalubres.

Par le docteur PAYERNE.

Nous avons eu l'occasion, dans le volume précédent de ce recueil (page 422), de faire connaître les moyens qui ont été proposés par M. le docteur Payerne pour rendre respirable l'air des lieux clos. Depuis cette époque l'inventeur de ces moyens a cherché de nouveaux perfectionnements, et voici ceux auxquels il paraît s'être arrêté.

D'abord, relativement à la purification des atmosphères viciées, les moyens que M. Payerne avait employés jusque-là avaient un caractère purement chimique, à l'exception des dispositions mécaniques qui étaient nécessaires pour amener l'air vicié en contact avec les mélanges absorbants. Aujourd'hui, il propose de faire passer l'air à travers certains filtres pour opérer cette purification, et ce moyen combiné avec le précédent, a été employé, dit-on, avec succès dans divers grands hôpitaux de Paris. La fig. 55, pl. 56, représente en coupe l'appareil nouveau dont voici la description d'après M. Payerne lui-même.

« A est une boîte divisée en deux chambres de capacité inégale a^1 et a^2 par un diaphragme b, et remplies d'eau jusqu'à la hauteur indiquée ou à peu près. C'est dans cette eau que sont dissous ou simplement suspendus les réactifs chimiques propres à purifier l'air. B est un tube par lequel l'air vicié est introduit dans la chambre a^1 qui est la plus grande des deux. Dans cette chambre se trouve un flotteur C, qui repose sur l'eau contenue dans la chambre ; le flotteur est composé d'une gaze métallique fine, par les mailles de laquelle l'air divisé en une multitude de filets vient traverser l'eau. D^1 est un tuyau recourbé à deux branches, dont l'une a un diamètre environ double de l'autre. La branche qui a le plus grand diamètre s'ajuste très-exactement et ferme l'orifice placé au sommet de la chambre a^2, et la plus petite est insérée dans un orifice semblable au sommet de la petite chambre a^3, et se prolonge jusque sur un second flotteur D^2 semblable à C. Ce tuyau D^1 consiste en six pièces distinctes à brides, marquées 1, 2, 3, 4, 5 et 6, et solidement assemblées entre elles par des boulons à écrous. Les pièces 1 et 6, qui portent immédiatement sur la boîte A, y sont assujetties de la même ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nière. Tous les joints de ce tuyau sont lutés, de façon que l'air ne peut s'en échapper.

» Au fond, de la branche la plus large, ainsi qu'aux joints 2 et 3, on a établi des grilles ou tamis en gaze métallique de cuivre, ou bien de fer rendu inoxydable par la galvanisation ou autre moyen quelconque, et chacune de ces grilles est couverte, sur une épaisseur de 30 à 40 millimètres de mousse saupoudrée de chaux vive, triturée grossièrement ou d'une autre substance absorbante de laquelle il ne peut se dégager des gaz de nature délétère. Aux autres joints 6, 5 et 4 de la petite branche de D^1, on a aussi adapté des grilles de gaze de fil de platine, et chacune de ces grilles est couverte sur toute sa surface de fragments d'éponge de platine.

» L'air vicié introduit par le tuyau B, arrivé sur le flotteur C de la grande chambre a' de la boîte A, traverse l'eau quelle renferme et y est purifié presque entièrement par les agents chimiques qui s'y trouvent dissous ou suspendus. De là il s'élève dans la portion vide de la chambre, puis dans le tuyau D^1 à travers les différentes grilles métalliques, la mousse, la chaux et l'éponge de platine placées sur celles ci, où il est desséché et continue à se purifier. La mousse et la chaux absorbent son excès d'humidité, et le platine transforme en eau l'hydrogène qui peut arriver dans la petite branche du tuyau. En s'échappant du tuyau D^1, l'air éprouve une nouvelle et dernière purification en passant à travers l'air de la petite chambre a^2, qui tient soit en solution, soit en suspension, des agents chimiques de même nature que la grande chambre a^1, puis enfin, sortant de cette chambre, l'air s'échappe dans un état propre à la respiration par le tuyau Q. P et P^1 sont des portes par lesquelles on introduit l'eau et les agents chimiques dans les chambres a^1 et a^2, et T, T^1 des robinets qui servent à évacuer les solutions quand cela est devenu nécessaire. »

Relativement aux solutions liquides qu'il convient d'employer dans cet appareil, voici les observations utiles que présente M. Payerne.

« Les agents les plus efficaces pour absorber ou neutraliser les matières délètères qui ont le plus souvent besoin d'être combattues ou annulées, savoir : le gaz acide carbonique, l'hydrogène sulfuré, le gaz ammoniaque, sont les hydrates et les oxides de potassium, sodium, barium, strontium, lithium, magnesium, etc. Il n'est pas nécessaire toutefois que ces oxides ou ces hydrates soient à l'état de pureté, et on peut préparer un mélange absorbant à bas prix en combinant la chaux vive avec le carbonate ou le sulfate de potasse, ou avec le carbonate de soude, en proportions déterminées par analogie à l'aide des règles suivantes.

» Supposons qu'on veut faire une provision pour absorber l'acide carbonique engendré par la respiration d'un homme adulte dans l'espace d'une heure, le mélange à introduire dans la boîte A doit consister en 45 grammes de chaux vive, 8 grammes de carbonate de potasse, ou 16 grammes de carbonate de soude et 500 grammes d'eau. Ou si le sulfate de potasse est substitué au carbonate, il faut doubler les quantités de chaux vive et d'eau.

» Dans les lieux où l'air s'est chargé d'exhalaisons métalliques qu'il est nécessaire de neutraliser, comme par exemple dans les fonderies et les manufactures où l'on traite chimiquement les métaux, il faut faire passer l'air à travers quelque liquide acide capable d'entrer en combinaison solide avec eux. L'acide sulfurique sera généralement le plus convenable pour cet objet, en l'employant dans un état plus ou moins concentré, suivant que le produit qui résulte de sa présence est ou non un composé anhydre.

» Quand l'air renferme différentes matières délétères qui exigent diverses sortes de réactifs, il faut le faire passer à travers une série de solutions ou de mélanges ; cas dans lequel, au lieu de deux chambres ou compartiments a^1 et a^2, on en doit avoir trois ou quatre ou même davantage, suivant les circonstances. Par exemple, il peut y avoir une chambre qui renfermera une solution alcaline pour absorber les impuretés de nature acide, une seconde chambre contenant une solution acide, pour saturer les substances alcalines telles que le gaz ammoniaque, et une troisième chambre enfin, contenant un mélange de substances de qualité composée pour opérer des doubles décompositions.

» Dans quelques cas, on trouvera qu'il est utile d'avoir une des chambres spécialement appropriée à la conversion du gaz hydrogène carburé en eau et en acide carbonique, ce qui s'exécutera de la manière la plus convenable en amenant dans cette chambre, mais hors du contact de l'eau, les deux conducteurs d'une batterie galvanique, qui doivent consister en quelque métal oxidable, et être subdivisés à leurs extrémités en un grand nombre de fils ou filaments qui rendront leur action plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prompte et plus efficace. J'ai récemment fait usage, pour cet objet, d'une batterie établie ainsi qu'il suit. J'introduis un vase de verre dans un autre vase poreux en terre ; je remplis le premier et entoure le second de ces vases avec une pâte composée d'acide sulfurique concentré et de peroxide de manganèse, et je mets dans le second des morceaux de fer ou de zinc en grenaille, avec de l'acide chlorhydrique faible. J'établis la communication comme dans les batteries actuelles, et j'emploie les mêmes conducteurs. »

Tout appareil propre à refouler ou épuiser l'air peut être appliqué pour faire passer l'air vicié à travers l'appareil ; mais le docteur Payerne recommande pour cet objet un appareil qu'il a imaginé depuis peu, et dont nous aurons sans doute l'occasion de donner plus tard la description.

Relativement à la réoxigénation de l'air épuisé de ce gaz, M. Payerne recommande, comme préférable à toute autre substance pour cet objet, le ferrate de potassium nouvellement découvert par M. Fremy.

« Pour préparer ce sel, dit-il, d'une manière économique, on prend une quantité quelconque, par exemple 330 grammes de sesquioxide de fer du commerce, on le lave à l'eau chaude jusqu'à ce qu'on ait expulsé le sulfate de soude qu'il renferme communément, on le sèche, puis le chauffe au rouge brun, d'où résulte un oxide très-pur de fer dans un grand état de division. A une partie de cet oxide, on ajoute 4 parties de nitre bien sec et réduit en poudre ; on place le mélange dans un creuset d'une capacité double de celle propre à le contenir, on en lute le couvercle avec soin, en laissant seulement quelques ouvertures pour servir d'évents, et on le maintient à la chaleur rouge cerise pendant environ une heure vingt minutes. Le produit est une masse poreuse couleur brun rougeâtre foncé qui, chaude encore, est réduite en morceaux et introduite aussi vivement, et en l'exposant aussi peu qu'il est possible à l'air dans des flacons bien bouchés pour s'en servir au besoin.

» Les personnes confinées dans des endroits exposés à devenir insalubres par la diminution de l'oxigène doivent à l'avance se munir de un, deux ou plusieurs de ces flacons de ferrate de potassium, suivant l'espace de temps pendant lequel elles supposent qu'elles seront sans communication avec l'atmosphère viciée, et toutes les fois qu'elles éprouveront quelques difficultés pour respirer à cause de la consommation de l'oxigène, elles n'auront qu'à jeter quelques fragments de ce ferrate de potassium dans un peu d'eau, et il se dégagera immédiatement une certaine quantité d'oxigène. »

Tours en fer battu d'une grande élévation propres à l'établissement des phares, télégraphes, etc.

Par M. H. JANNIARD, architecte.

L'utilité des phares n'a pas besoin d'être démontrée. Tous les pays civilisés, notamment la France, l'Angleterre font les plus nobles sacrifices pour multiplier ces établissements, qu'on peut appeler philanthropiques.

Si tous les points de nos côtes qui auraient besoin de phares n'en sont pas pourvus, cela vient la plupart du temps de la dépense énorme qu'ils occasionnent, et souvent aussi des difficultés que présente leur construction.

Si l'on trouvait donc un nouveau système de construction qui réunît à une stabilité suffisante une exécution rapide, une extension en hauteur jusqu'alors inconnue, et une économie considérable, on rendrait un grand service à la navigation maritime.

Nous croyons que le système que nous allons proposer remplit toutes les conditions que nous venons d'énumérer. Nous espérons qu'il amènera la création d'un grand nombre de phares nouveaux, aux points surtout où l'on aura besoin d'une grande élévation.

La hauteur de ces phares pourrait être portée à 300 mètres et davantage encore, si les éléments ne mettaient des bornes à l'audace des entreprises humaines.

Celui que nous allons décrire consiste en un tube de fer battu de 200 mètres de hauteur (1), 2 mètres de diamètre à la base, sur $1^{m},40$ au sommet, scellé dans un massif de maçonnerie, et maintenu par 16 haubans en cordes métalliques, divisés en 4 groupes et disposés dans deux plans perpendiculaires, dont l'intersection se confond avec l'axe même de la tour. Les haubans sont fixés dans des puits d'amarre, et munis chacun d'une moufle à vis pour en modérer la tension.

(1) Nous savons bien qu'une très-grande hauteur serait souvent plus nuisible qu'utile pour les phares maritimes, car les plus élevés au-dessus du niveau de la mer ne dépassent pas 150 mètres ; mais qui peut plus peut moins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La tour sera divisée en quatre étages diminuant progressivement de hauteur à partir de la base, autant pour se conformer aux règles de l'architecture que pour opposer à la plus grande obliquité de traction des haubans une moins grande hauteur de tige à soutenir. Chaque étage aura une série de haubans spéciale pour empêcher la flexion du tube sous l'effort des vents, et en somme le renversement de la tour.

A chaque étage et immédiatement au-dessus de l'attache des haubans à la tour sera une galerie ou balcon régnant au pourtour du phare. Ces balcons annulaires, à l'instar des hunes des vaisseaux, sont destinés au service extérieur d'entretien des phares et à l'agrément des visiteurs.

La tour sera couronnée par une lanterne de 3 mètres de diamètre destinée à contenir l'appareil de l'éclairage. (On pourra au besoin augmenter son diamètre.) Au-dessous se trouvera la chambre de quart des gardiens, construite en tôle avec doublage en bois pour retenir la chaleur en hiver, et l'empêcher de pénétrer l'été. A l'extérieur règne un balcon annulaire.

On monte au sommet de la colonne par un escalier de 1100 marches en tôle fixée aux parois intérieures du tube. Chaque marche sera composée d'un trapèze mixtiligne en tôle plié d'équerre pour former marche et contre-marche, et fixée aux parois par 3 oreillons et rivures. Le limon sera composé d'une bande de tôle tournée en hélice et fixée aux marches par des rivures. La main courante en fer rond de 27 millimètres portée par des montants en même fer sera fixée au limon par des vis.

Les joints horizontaux du tube, au lieu d'être à recouvrement, comme dans la chaudronnerie ordinaire, seront bout à bout, et recouverts d'une ceinture extérieure maintenue par deux lignes de rivures. Cette disposition est prise pour l'étage inférieur seulement, qui aura la plus grande charge à soutenir. Les autres étages seront cloués à la manière ordinaire.

Ces tours pourraient également servir à porter des télégraphes dans les contrées dépourvues de hauteurs convenables, ce qui nécessite souvent de grands détours pour la disposition générale des lignes télégraphiques.

On pourrait aussi en faire des phares pour l'éclairage d'un port ou d'une ville, au moyen de la lumière dite siderale.

Les tours en fer battu que nous proposons, travaillés à l'instar des chaudières à vapeur à haute pression, étant d'une extrême solidité, il n'y aurait pas la moindre crainte à avoir sur leur résistance à l'action des ouragans. Tous les tambours qui les composeraient seraient réunis par des clouures, et il n'y aurait pas de déboîtage possible. La résistance des tuyaux en métal à la flexion est si grande, que sans donner une épaisseur exorbitante aux parois de ces tours, il y a tout lieu de penser, avant d'en avoir fait l'expérience sur une grande échelle, qu'on pourrait à la rigueur supprimer les deux cours de haubans intermédiaires de deux en deux sans avoir à redouter la flexion du tube sous l'effort des vents.

Nous avons fait un devis détaillé de la dépense en terrasse, maçonnerie, chaudronnerie et serrurerie, peinture, vitrerie, etc., pour un phare de 200 mètres de hauteur, 2 mètres de diamètre par le bas et $1^{m},40$ par le haut, et la dépense ne s'élève, compris machines et montage, qu'à 330,388 francs, indépendamment des frais de terrains et bâtiments: Le poids de cette tour et de tous ses accessoires ne dépasse pas 180,000 kilogrammes.

Le tube en fer battu serait composé de tambours de 2 mètres de hauteur ajustés d'avance à l'atelier, et l'on n'aurait plus qu'à les emboîter et river sur place. On pourrait aisément en poser un par jour. La pose durerait donc 101 jours, c'est-à-dire qu'il faudrait 100 journées de temps calme pour élever cette tour en une année. Nous avons composé un échafaud-machine appuyé au tube, et s'élevant progressivement avec ce dernier à mesure qu'on poserait les tambours.

Notre système réunit donc le maximum de hauteur au minimum de section, de durée d'exécution, et surtout de dépense. Les haubans qu'on peut serrer à volonté lui donneront une stabilité suffisante, et nous ne pensons pas que les vents pussent lui imprimer des oscillations capables de disloquer à la longue les appareils.

Résistance que les chevilles simples à clavettes ou à goupilles, ainsi que les gournables, opposent aux efforts auxquels on les soumet.

Les expériences sur la résistance que les boulons, les chevilles, les clous, etc., opposent après qu'on les a chassés, insérés et introduits dans le bois, aux efforts qu'on fait pour les arracher ou les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

briser sont trop peu multiplies, malgré tout l'intérêt qu'elles présentent dans les arts industriels et dans les constructions pour que nous ne recueillions pas avec soin toutes celles qui parviennent à notre connaissance. C'est ce motif qui nous a déterminé à faire connaître dans cette feuille des tableaux que nous trouvons dans la septième édition de l'*Encyclopædia Britannica*, et qui, à ce que nous pensons, n'ont jamais été publiés en France. Ces tableaux ont été dressés par un ingénieur de la marine anglaise, M. Parsons, qui était membre de l'École d'architecture navale, institution qui n'existe plus aujourd'hui, et qui a longtemps été attaché au service des ateliers de construction de la marine royale en Angleterre. Tous les résultats qu'on y trouve consignés sont le fruit d'expériences faites avec un très-grand soin, et leur exactitude fait regretter que leur auteur n'ait pas jugé à propos d'en publier un très-grand nombre d'autres sur différents sujets qui sont jusqu'à présent restées inédits, malgré l'intérêt qu'ils pourraient avoir pour les ingénieurs et les constructeurs de tous les pays. Quoi qu'il en soit, voici ces tableaux, qui sont suivis de quelques observations communiquées également par M. Parsons lui-même.

F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU de l'adhérence des chevilles de fer et de cuivre introduites dans du bois de chêne parfaitement sain avec la chasse (1) *ordinaire, non clavettées et soumises à un effort direct comme dans* la fig. 21 *a*, pl. 55.

DIAMETRE des chevilles en millimètres.	NUMÉROS des expériences.	FER. Longueur de cheville engagée dans le bois. millim. 101.598	FER. millim. 152.397	CUIVRE. millim. 101.598	CUIVRE. millim. 152.397
		kilog.	kilog.	kilog.	kilog.
millim. 6.34750	1	1675	»	939	»
	2	2031	»	914	»
	3	2132	»	965	»
	4	1675	»	914	»
9.52125	1	2335	2641	1371	2133
	2	2234	2590	1422	2133
	3	2234	2844	1523	2133
	4	2030	2539	1676	2031
12.69500	1	3148	3656	2539	2793
	2	3250	4063	1879	2539
	3	3047	4062	2133	3097
	4	2539	4062	2285	2793
15.86875	1	3149	5332	3047	4316
	2	3046	4469	3351	3961
	3	3097	4470	3350	3808
	4	3096	5078	2488	3301
19.04250	1	3199	6094	3554	5332
	2	3148	6094	3554	5332
	3	3554	5078	3554	5484
«	4	3554	6094	3961	4976
« 22.21625 « «	1	4570	6195	4062	4729
	2	5688	5586	4062	4722
	3	3554	6652	4316	5027
	4	4570	6298	4164	5027
« 25.39954 « «	1	5078	7210	4164	6044
	2	4417	8176	4468	5078
	3	4620	6348	3808	6347
	4	4062	7109	4570	5078

(1) On nomme *chasse* la différence de diamètre qui existe entre la cheville et le trou qu'on perce pour la recevoir. Cette différence est ménagée pour que la cheville chassée dans le bois n'y pénètre qu'avec un certain effort, et y soit retenue par le frottement considérable entre le bois et le métal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Dans le pin de Riga, la résistance a été en moyenne un tiers environ de ce qu'elle a été trouvée dans le chêne, et dans un orme du Canada bien sain elle a été à peu près les trois quarts de ce qu'elle a été dans ce même chêne. »

TABLEAU de la résistance des clavettes et des goupilles pour assujettir les chevilles de fer et de cuivre enfoncées de 152mil.,397 *sans chasse, dans du bois de chêne parfaitement sain, soit clavettées ou goupillées sur virolles et soumises à un effort direct, comme dans la* fig. 22 *b*, pl. 55.

DIAMÈTRE des chevilles en millimètres.	NUMÉROS des expériences,	FER.		CUIVRE.	
		Clavette.	Goupille.	Clavette.	Goupille.
		kilog.	kilog.	kilog.	kilog.
millim. 6.34750	1	1828	812	1015	406
	2	1676	711	965	407
	3	1472	1015	1015	355
	4	1472	914	1015	305
9.52125	1	3047	1777	2539	1218
	2	3047	1422	2539	1015
	3	2844	1472	2285	1116
	4	2794	1726	2488	1218
12.69500	1	4824	2590	3554	1930
	2	4570	2793	3809	1930
	3	4317	2539	4062	2234
	4	4672	2641	4570	1828
15.86875	1	5992	3808	6093	2691
	2	6500	3351	5840	2539
	3	6500	3047	6347	2848
	4	6094	3402	5586	2539
19.04250	1	7617	3555	7109	»
	2	7617	3809	7109	»
	3	8125	3555	7363	»
	4	8887	3809	7515	»
22.21625	1	11731	5129	7868	»
	2	11934	5586	7868	»
	3	8684	4367	7719	»
	4	8430	4824	7363	»
25.39954	1	12188	5992	7159	»
	2	12340	7008	7159	»
	3	11324	5688	7820	»
	4	11222	5179	8836	»

« Dans les expériences sur les clavettes, celles-ci ont toujours cédé; mais avec les goupilles, il est arrivé fréquemment qu'elles ont été coupées ou que la cheville a rompu. Dans le cas où il y a eu rupture de la cheville, elle s'est mani-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

festée invariablement en travers du trou destiné à recevoir la goupille. D'après le tableau, la sécurité que présente une goupille n'est environ que la moitié de celle que donne une clavette.

» On serait tenté de considérer comme une anomalie, que la force d'une clavette dans le cuivre fût égale à celle dans le fer ; mais par suite de la plus grande ductilité du cuivre, il se clavette mieux que le fer. Généralement l'épaisseur de la clavette brisée dans le cuivre a été double de celle rompue dans le fer. Avec virole ou anneau du diamètre ordinaire des clavettes, le bois cède sous la virolle, et celle-ci pénètre de 50 millimètres et plus, dans ce bois avant que la clavette cède.

» Avec des chevilles de $25^{mil.},59$ en cuivre, toutes les viroles sous les clavettes ont pris la forme d'un tronc de cône, et ont laissé échapper la clavette sous les poids indiqués.

» On a fait aussi des expériences avec des chevilles à boucle pour s'assurer de la résistance des boucles comparativement aux clavettes. Ces boucles avaient le diamètre ordinaire, et le fer qui les composait avait 3 millimètres de moins en diamètre que celui de la cheville. On a constamment remarqué que les boucles faisaient céder les clavettes, mais que, dans ce cas, elles prenaient alors la forme de l'anneau d'une chaîne à côtés parfaitement droits. Les boucles portaient avant qu'un chargement de forme ait lieu, pas tout à fait la moitié du poids qui déchirait une clavette. Il paraîtrait donc que les boucles sont bien proportionnées à la résistance des clavettes. »

TABLEAU de la résistance des gournables en chêne anglais employées pour assujettir des planches de $76^{mil.},1987$, *et* $152^{mil.},3972$ *d'épaisseur, et soumises à un effort de la manière indiquée dans la* fig. 22, pl. 55.

NUMÉROS des expériences.	DIAMÈTRE DES GOURNABLES.							
	millim. 25.39954		millim. 31.74704		millim. 38.09454		millim. 44.44204	
	ÉPAISSEUR DES PLANCHES.							
	millim. 76.1987	millim. 152.3972	millim. 76,1987	millim. 152.3972	millim. 76.1987	millim. 152.3972	millim. 76.1987	millim. 152.3972
	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.
1	1422	1372	1726	2438	2030	3656	3047	5586
2	1372	1778	2132	2132	2336	2539	2539	3707
3	1116	1422	1879	2996	2793	2539	4062	4062
4	1295	1422	2133	2132	2235	3654	2437	3453
5	2641	1168	2132	1777	2945	2285	3553	4063
6	2133	1372	2485	2539	2236	2285	3553	5484
7	2235	1523	2438	2539	3402	2285	3301	3656
8	1320	2183	2387	2031	2285	3047	3300	3707
9	1421	1422	2641	2539	3047	4060	4367	4723
10	1116	2183	2539	2793	3046	4569	3453	4062
11	2031	2031	2387	2031	3504	2945	4062	3453
12	1422	1372	2539	2030	4163	3046	4570	5078
13	1828	2438	2895	2030	3148	3960	4164	5332
Moyennes.	1642	1668	2331	2308	2867	3144	3569	4336

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Dans toutes ces expériences, les gournables, lorsqu'elles étaient saines et de bonne qualité, n'ont cédé que graduellement. Parmi les expériences qui ont été rejetées, il s'en est rencontré néanmoins quelques-unes où les gournables ont rompu subitement ; mais lorsqu'on les a soumises à un mûr examen, on a reconnu qu'elles étaient de mauvaise qualité, ou que le bois était échauffé ou avait perdu son nerf. Il arrive souvent, lors du calfatage des œuvres vives d'un bâtiment, que les calfats font rompre les gournables, et qu'ils les entendent craquer et se briser tout à coup ; mais je ne crois pas que cette rupture soit aussi fréquente qu'on le suppose : ce que les ouvriers entendent est le tressaillement ou le gauchissement, ou bien encore le glissement des planches et des bordages sur les pièces qui les assujettissent.

» On a prétendu que les gournables fabriquées avec des chênes du Sussex étaient beaucoup plus robustes que celles en chêne de la New-Forest ou tout autre chêne en Angleterre. Pour mettre cette assertion à l'épreuve, on a fait quelques expériences sur des gournables de diverses dimensions faites avec les chênes provenant de ces diverses localités, et on n'y a pas observé la moindre différence.

» Dans les expériences sur les gournables, les planches se mouvaient environ de 12 à 13 millimètres avant la rupture de ces chevilles. »

Sur le piassava du Brésil.

Dans une des dernières séances de la Société royale de l'Angleterre, M. Parkes, l'un de ses membres, lui a communiqué les détails suivants sur une nouvelle graminée brésilienne.

« J'ai l'honneur, a-t-il dit, de présenter à la Société un paquet de la graminée brésilienne, à laquelle on donne le nom de *piassava* chez les Portugais, dont je ne connais pas exactement le nom botanique, quoiqu'on la désigne parfois sous le nom de *piassava americana*. Je ne saurais dire non plus si elle est confinée ou non, relativement à l'habitation, aux régions tropicales. Une énorme quantité de cette graminée desséchée est annuellement importée en Angleterre uniquement pour en faire des brosses. Employée à cet usage, elle est d'une durée étonnante, et résiste aux altérations de sécheresse et d'humidité mieux qu'aucune autre substance connue. M. Whitworth, inventeur d'une admirable machine à balayer et nettoyer les rues et les routes, lui a donné la préférence comme élément dans la fabrication des brosses ou balais qui entrent dans cette machine, et cet ingénieur distingué a même bien voulu m'informer que les brosses faites avec ce végétal dureront plus d'un an à balayer journellement des routes pavées et macadamisées en s'usant jusqu'au bois ou fût, sans se rendre et se relâcher dans leur effet. Ces brosses, ainsi construites, sont d'une telle importance pour le succès de la machine, que M. Whitworth n'a pas craint d'envoyer son frère au Brésil pour en recueillir et en importer de grandes quantités pour ce seul objet. Le plus gros paquet que je dépose est de la qualité à employer pour cette machine, coupé en morceaux de 15 centimètres de longueur, qu'on fixe dans un bloc ou fût en bois. Le paquet en fibres plus délicates est de l'espèce qu'on importe le plus communément en Angleterre. Les brosses qu'on en fabrique servent principalement aux bouchers, qui n'en trouvent pas qui aient une aussi grande durée, et qui pénètrent aussi profondément dans les fissures ou nettoient aussi efficacement leurs tables et leurs étaux. Cette graminée se vend à Londres 14 livres (350 fr.) le tonneau, et elle est connue dans le commerce sous le nom de *boss*, c'est du moins celui que lui donnent les fabricants de brosses. M. Whitworth m'a assuré qu'elle pourrait être vendue avec un profit honnête au prix de 9 livres (225 fr.) le tonneau. Je regrette beaucoup de ne pouvoir communiquer à la Société que ces maigres détails relativement à une plante qui pourrait être très-utile à l'agriculture si on parvenait à l'acclimater en Europe. Tout ce que je sais, c'est que les échantillons déposés proviennent d'une graminée qu'on a fanée, et qui acquiert jusqu'à 30 pieds de longueur. Sa nature sèche et fibreuse a fait croire qu'elle était séchée au four ; mais c'est une erreur, et M. Whitworth m'a assuré que la chaleur des tropiques suffisait pour lui donner ces propriétés. J'espère être prochainement en mesure de présenter à la Société des détails plus étendus sur les mœurs et le mode de culture de cette graminée, attendu que j'ai prié un de mes amis, ingénieur distingué et intelligent qui vient de partir pour le Brésil, de se livrer à un examen sur ce sujet, et de m'en communiquer les résultats. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Incrustations dans les chaudières des machines à vapeur.

Dans une des dernières séances de la Société d'encouragement, M. Payen a fait connaître divers moyens qui ont été employés, soit pour enlever les incrustations dans les chaudières à vapeur, soit pour en prévenir la formation. Il a rappelé qu'en 1821, M. Clément et lui ont importé d'Angleterre un procédé qui y était en usage alors pour empêcher les incrustations, et qui fut accueilli avec empressement. Ce procédé consiste à jeter dans les générateurs une certaine quantité de pommes de terre qui, en se dissolvant, donnent à l'eau assez de viscosité pour que la matière boueuse y reste en suspension et ne s'attache point aux parois. On a essayé aussi d'autres substances, telles que les sons, remoulages et débris tégumentaires farineux. Mais ces matières organiques, par cela même qu'elles rendaient le liquide visqueux, l'ont fait souvent monter en mousse, qui s'engageant dans les tubes ou les cylindres, finissait par les obstruer. On a eu recours ensuite à la ferraille, aux verres, au carbonate de soude, à l'argile. Enfin, M. Roard vient d'employer avec succès la sciure de bois d'acajou pour prévenir les incrustations. L'expérience a été faite avec une machine de la force de 10 chevaux et munie de deux bouilleurs. Au bout de trois mois de service, on a ouvert la chaudière, et on n'y a trouvé qu'un magma facile à enlever. On n'a employé que 2 décalitres de sciure d'acajou, moyen éminemment économique, puisque l'hectolitre de sciure coûte à peine 2 francs.

Canon gigantesque en fer forgé.

On lit ce qui suit dans un journal américain :

« La semaine dernière on a forgé à l'usine de MM. L.-B. Ward et compagnie, à Hammersley, au pied de la route 59 North-River, États-Unis, le plus gros canon forgé qu'on connaisse. Il a 14 pieds (4m.27) de longueur, et 3 (0m.914) de diamètre à la culasse; son poids est de 30.000 livres (13.602 kilog.). Il a été fabriqué pour le compte du gouvernement, qui doit le faire placer bord *du Princeton*, steamer actuellement à Philadelphie. Tous les moyens employés pour chauffer, marteler et forger cette masse énorme paraissent merveilleux. Les machines pour mettre le canon dans le fourneau, le placer sur l'enclume, le tourner, le couper et le forger sont établies d'une manière si parfaite que tout cela a été exécuté avec une précision et une facilité admirables. On a souvent tenté de faire des canons en fonte de cette force; mais on ne pense pas qu'on ait encore essayé d'en faire de semblable à la forge. On présume que cette pièce, quand elle sera terminée, portera un boulet d'un tiers plus pesant et à une distance plus considérable d'un quart que les meilleurs canons de fonte.

BIBLIOGRAPHIE.

Mélanges photographiques, complément des nouvelles instructions sur l'usage du daguerréotype.

Par M. Charles Chevalier. Paris, 1844, in-18. Chez l'auteur, Palais Royal, 163; et Roret, rue Haute-Feuille, 10 *bis*. Prix : 2 fr. 50 cent.

M. Charles Chevalier, comme on sait, n'est pas seulement un ingénieur-opticien d'un grand mérite, c'est encore l'un des plus habiles praticiens en matière de photographie qu'il y ait en France, celui qui se tient le plus au courant des nouvelles découvertes en ce genre, et qui aime à y tenir aussi le public. Nous ne devons donc pas être surpris si, aux *nouvelles Instructions sur l'usage du daguerréotype*, que nous avons eu l'occasion de citer avec éloge (voir *le Technologiste*, 4e année, page 385), et qui sont devenues le manuel usuel du photographe, il ajoute aujourd'hui des *Mélanges photographiques* destinés à servir de complément à ces précédentes instructions, et qui ne sont pas moins riches en documents utiles et en faits pratiques que l'ouvrage qui les a précédés, ainsi qu'on pourra en juger par un coup d'œil très-rapide que nous allons y jeter.

D'abord dans ces mélanges, M. Charles Chevalier s'applique à présenter aux commençants une exposition succincte des opérations photographiques, afin de les guider dans le choix des moyens nouveaux qui ont été proposés ou adoptés depuis l'invention originale de M. Daguerre. Cette exposition, devenue nécessaire par suite du grand nombre des moyens qui embarrassent sou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vent les commençants, est d'une clarté et d'une exactitude parfaites. Il cherche ensuite à développer les principes d'optique indispensables aux personnes qui s'occupent de photographie, lesquelles sont souvent embarrassées faute de trouver ces principes exposés dans les ouvrages sur cette matière. A la suite de cette exposition, il traite des instruments dont on peut se servir pour fixer les images; rappelle ceux qu'il a proposés à cet effet, et explique en particulier l'usage de la chambre obscure dont il décrit toutes les pièces, en insistant sur les ressources variées qu'elle présente. De là il passe à la description d'un nouveau support à chlorurer, et d'un compteur à secondes, utiles tous deux dans les opérations, et expose enfin tous les procédés d'iodage nouveaux ou autres qu'on doit à MM. de Brebisson, Choiselat et Ratel, Claudet, Fiseau, Foucault, Gaudin, Middleton, de Valicourt, etc., en les accompagnant d'observations judicieuses empruntées à sa propre pratique. La reproduction galvanique des épreuves daguerriennes fait l'objet d'un chapitre à part, où l'auteur rapporte toutes les tentatives faites dans cette vue. Viennent ensuite les papiers photogéniques de MM. Talbot, Herschell, Hunt, et enfin une série de notes sur une foule de propositions ou de découvertes nouvelles relatives à la photographie, et destinées à tenir les amateurs au courant de la science, et à leur faire apprécier, sous le point de vue pratique, le mérite des unes et des autres.

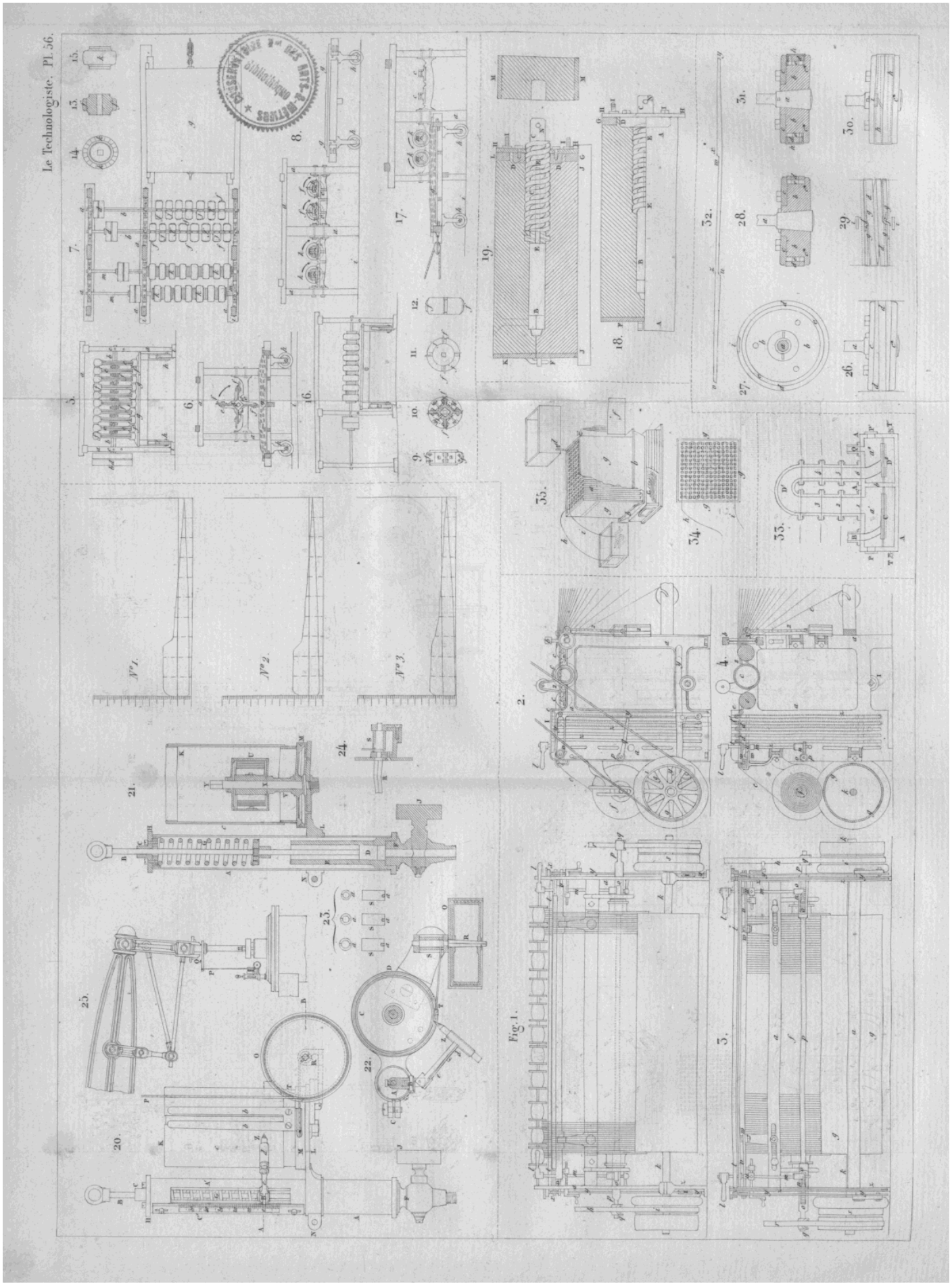
Ainsi qu'il est aisé de le voir, en réunissant les *nouvelles instructions* aux *mélanges photographiques* qui nous occupent, on possédera l'ouvrage le plus complet et le plus judicieux que nous possédions encore sur un art nouveau, qui excite de toute part l'intérêt et l'émulation.

En terminant son livre des *mélanges photographiqyes*, M. Charles Chevalier a cru devoir ajouter une note étendue, dans laquelle il répond d'une manière péremptoire, c'est-à dire avec toutes les pièces à l'appui, à d'indignes attaques dirigées contre lui par un docteur allemand sur l'*objectif achromatique à verres combinés*, dont l'invention est incontestablement due à cet ingénieur français. Ces pièces, quand même la loyauté de l'auteur ne nous serait pas connue, ne peuvent laisser aucun doute dans les esprits, et doivent confondre des plagiaires étrangers qui ne nous paraissent avoir aucun titre à cette intéressante découverte.

BULLETIN D'ANNONCES DU *TECHNOLOGISTE.*

Un assez grand nombre de nos Abonnés et de personnes attachées à l'industrie nous ayant manifesté le désir, au moment où l'exposition des produits de l'industrie nationale va s'ouvrir, de voir joindre quelques annonces commerciales au *Technologiste*, journal qui compte déjà cinq années d'existence, et a été accueilli avec distinction par les académies, les savants, les industriels et les commerçants, l'Administration de ce journal a cru devoir céder à leurs sollicitations, et prévient le public qu'à partir du N° prochain, *le Technologiste* sera accompagné d'un *Bulletin d'annonces*, dont les conditions sont très-modérées, savoir : 25 fr. la page, et 15 fr. la demi-page.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS

ET ÉCONOMIQUES.

Nouveau mode de lavage des minerais.

Par M. TROUGHTON.

Je vais faire connaître ici la construction et la disposition de cribles propres à laver les minerais, et travaillant de façon telle, qu'indépendamment de l'eau qui s'élève à travers ces cribles, le liquide s'écoule de plus en nappe à la surface de ceux-ci en direction horizontale, entraînant devant lui les matières plus légères et étrangères, et abandonnant celles plus pesantes ou métalliques; et comme il est important que les principes particuliers sur lesquels repose cette invention soient parfaitement compris, j'expliquerai en peu de mots les effets du lavage des minerais.

Tout le monde sait que lorsqu'une certaine quantité de minerai qu'on a bocardé fin est déposée dans un crible, et qu'on travaille celui-ci dans l'eau, les matières se classent entre elles : les plus pesantes occupent le fond du crible, tandis que les plus légères ou la gangue se disposant à la surface, peuvent, jusqu'à un certain point, être enlevées et séparées à la main.

On a proposé un autre moyen, qui consiste à rendre les cribles immobiles, tandis qu'on ferait arriver sous leur fond un courant d'eau qui se déverserait ensuite par-dessus leurs bords. Dans cette opération, il y a pour l'eau des intervalles de repos pendant lesquels les matières pesantes, entraînées par leur plus grand poids spécifique, se déposent sur le fond du crible.

On a conseillé aussi de tamiser préalablement le minerai pulvérisé, de manière à lotir ou assortir les grosseurs des particules, puis de faire tomber le minerai de grosseur égale dans de l'eau, en profitant de la vitesse plus considérable que prennent les morceaux les plus lourds dans leur descente à travers l'eau, de façon que lorsque les matières sont tombées pendant un temps déterminé, on s'oppose à la descente de celles qui sont encore dans les parties hautes du liquide, ce qui sépare les plus pesantes de celles plus légères qui entrent dans le minerai.

Je mets à profit cette propriété, et, d'après ce qui vient d'être dit, il sera facile de concevoir que, lorsqu'une certaine quantité de minerai pulvérisé aura été placée sur un crible, et que ce crible sera vivement plongé dans l'eau, l'élévation de cette eau à travers les mailles et dans la masse du minerai aura pour effet de suspendre les particules les plus légères dans l'eau à une plus grande distance du fond du crible que celles plus pesantes; et que lorsque le crible sera relevé, ces particules plus pesantes, non-seulement à cause de leur pesanteur plus considérable, mais aussi parce qu'elles sont plus voisines de ce fond, y arriveront les premières.

Tel est le phénomène qui se présente dans le lavage des minerais au crible, soit qu'on abaisse et élève ce crible, soit qu'on permette à l'eau de s'élever

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par intervalle à travers les mailles. Mais dans ces deux cas, les matières terreuses et étrangères se séparent et gisent sur le minerai, et on ne parvient à les séparer pour l'utilité pratique que d'une manière très-imparfaite.

Dans mon système, les minerais suspendus dans l'eau reçoivent de plus une impulsion dans une direction horizontale, de façon qu'en retombant les particules les plus légères sont emportées de plus en plus loin, suivant cette direction, à mesure qu'on plonge plus souvent le crible dans l'eau. Il est facile, dès lors, de voir que, quoique je profite de l'excédant de poids des particules les plus lourdes, je combine ce principe avec une autre action qui entraîne celles plus légères en direction horizontale de plus en plus loin des premières.

Je vais maintenant entrer dans quelques détails sur les appareils dont je me sers pour cet objet.

La fig. 1, pl. 57, est la coupe transversale d'un crible avec le mécanisme nécessaire pour le mettre en action.

Fig. 2, section longitudinale du même.

Fig. 3, autre section longitudinale des cribles vus séparément.

Fig. 4, plan de ces cribles.

Les cribles composés sont divisés en 8 compartiments ou cribles distincts, mais tous réunis sur un même cadre et semblables les uns aux autres. Le nombre de ces cribles peut varier suivant le minerai ou le but qu'on se propose. Le bâti de ces cribles consiste en un cadre rectangulaire de bois ou autre matière convenable, composé de deux planches latérales a,a, et deux autres extrêmes b,b'; l'intervalle entre ces planches est partagé par des barres transversales c,c qui séparent les cribles les uns des autres; d'autres barres aussi transversales d,d servent d'appui aux gazes métalliques e,e qui constituent les cribles. Chacun de ces cribles distincts se compose de deux plans inclinés en sens contraire en gaze ou toile métallique, cette disposition étant importante pour bien faire fonctionner une série de cribles.

f,f sont deux soupapes à clapet qui s'ouvrent lorsque les cribles plongent dans l'eau; le liquide pénétrant par cette voie coule alors d'une extrémité du crible à l'autre, entraînant avec lui de crible en crible les particules de matières les plus légères qui se trouvent déjà mises en mouvement et classées par l'eau qui s'est élevée entre les mailles de la toile métallique à mesure que l'appareil a plongé dans l'eau. La partie inférieure du cadre qui renferme les cribles est enveloppée de toutes parts par des joues g,g et h,h; celle supérieure ne l'est que de trois côtés, ainsi qu'on le voit en a, a et b'.

Le crible ainsi construit et disposé reçoit un mouvement alternatif de haut en bas assez vif, qui lui est communiqué par un mécanisme convenable. Ce crible fonctionne dans une cuve remplie d'eau; il est suspendu à deux étriers ou à des courroies i,i fixés aux deux tiges j,j, qui glissent dans des guides k,k placés en travers de la cuve; l,l sont deux bielles attachées à ces tiges par des articulations; ces dernières sont elles-mêmes articulées au bras de levier m, établi sur l'arbre n mobile sur des appuis o,o. L'arbre n reçoit son mouvement d'un autre arbre p, au moyen du bras de levier q articulé au bras r établi sur cet arbre n; l'autre extrémité de ce levier q embrasse un excentrique s monté sur l'arbre p, lequel enfin porte un volant t, et reçoit son mouvement de la courroie v roulant sur le tambour ou la poulie u. Le mouvement est transmis à la courroie v par le tambour w monté sur un arbre x mis en action par une machine à vapeur ou tout autre moteur convenable.

y est une trémie placée au-dessus du cadre aux cribles, dans laquelle on jette le minerai brisé à la grosseur convenable, qui tombe alors par les ouvertures percées dans le fond quand on fait jouer les trappes z.

Le minerai tombant dans les compartiments A,A et B,B du crible se trouve, quand on plonge et relève vivement ce crible dans l'eau, ainsi que par l'eau qui s'élève à travers la gaze métallique, un moment suspendu dans ce liquide: pendant cet intervalle, l'eau qui afflue par les soupapes f,f entraîne en avant les particules les plus légères, en laissant celles plus pesantes dans les compartiments les plus voisins des soupapes, de façon qu'à mesure que l'opération marche, les portions les plus pesantes du minerai gagnent les parties basses du crible, tandis que celles plus légères et étrangères sont entraînées en avant, et finissent par s'écouler par-dessus la paroi extrême du cadre.

Je ferai remarquer que, quoique je considère la disposition des cribles qu'on voit dans les figures, et que je viens de décrire comme une des plus convenables pour travailler suivant mon système, on pourrait bien ne pas se borner à ces détails de construction, pourvu toutefois qu'on conserve tou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jours le caractère particulier de ce mode de lavage. On pourrait aussi faire arriver l'eau par tout autre mode que les soupapes, mais tout cela ne présente aucune difficulté.

Les matières terreuses qui parcourent les cribles, et celles fines qui passent à travers, peuvent être reprises quand elles renferment une quantité de métal suffisante pour payer les frais; seulement il faut se servir de cribles à mailles plus fines quand on veut les traiter avantageusemant.

Quand le minerai a été lavé, on relève les cribles, en dégageant la cheville r^1, puis avec une barre r^2 qu'on introduit dans la douille r^3, on soulève les cribles, et on les tient dans cette position en accrochant la barre r^2 au crochet w'. Dans cet état, le minerai lavé est enlevé à la pelle et remplacé par d'autre.

De la précipitation des métaux par d'autres métaux.

Par M. Becquerel.

CHAPITRE PREMIER.

Considérations générales.

Dans les deux précédents mémoires (voir *le Technologiste*, p. 6 et 89 de ce volume) je me suis attaché à exposer les principes généraux à l'aide desquels on parvient à déposer électro-chimiquement les oxides sur les métaux, en couches plus ou moins minces, d'où résultent des couleurs analogues à celles des lames minces de Newton; j'ai cherché également à résoudre toutes les questions techniques qui s'y rapportent, afin que, immédiatement et sans difficulté, l'industrie pût se servir de ce nouveau mode de coloration; j'ai donné en outre un vernis très-puissant, à l'aide duquel on préserve de toute altération les couleurs produites, à l'exception du bleu du premier et du second ordre. Une seule difficulté arrêtait, c'est celle de la coloration des grandes surfaces de cuivre; mais j'ai reconnu depuis qu'on la lève facilement en se servant d'un appareil dont le nombre de couples et l'étendue des surfaces de chaque élément sont en rapport avec l'étendue des surfaces à colorer. Dès l'instant que je fus parvenu au but que je me proposais, je me suis occupé de résoudre la même question à l'égard des dépôts de tous les métaux sur différents métaux, en m'appuyant sur un principe général facile à mettre en pratique. Celui qui m'a paru le mieux convenir est l'immersion à une température élevée dans une dissolution neutre d'un double chlorure métallique et alcalin, en m'aidant quelquefois de l'action voltaïque. Dans le mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, sont consignés les résultats généraux auxquels je suis parvenu, en examinant seulement la question sous le rapport scientifique, remettant à la traiter à une autre époque sous le point de vue industriel, parce que les applications exigent une foule de recherches, de détails minutieux, qu'une longue pratique peut seule faire acquérir.

La précipitation des métaux de leur dissolution respective par d'autres métaux plus oxidables a été mise à profit pour les besoins des arts depuis les temps les plus reculés. Cette question est aussi d'une grande importance pour la chimie générale, soit que le métal précipité se trouve à l'état pulvérulent, soit qu'il adhère avec plus ou moins de force sur le métal précipitant. Je vais l'envisager sous le point de vue le plus général, afin d'essayer de remonter aux causes qui président à la précipitation des métaux.

Les rapports qui lient les affinités aux forces électriques sont si bien établis, qu'il est possible, en s'appuyant sur les données fournies par l'électro-chimie, de faire naître dans une foule de cas, au moyen des forces électriques, les affinités qui sans elles ne se seraient pas manifestées. Mais avant d'entrer en matière, j'indiquerai succinctement l'usage que faisaient les anciens des précipités métalliques.

Depuis un grand nombre de siècles on connaissait la dorure sur métaux; les statuettes et bronzes trouvés dans les tombeaux d'Égypte en sont une preuve manifeste. Si dans d'autres contrées moins favorisées par le climat, on rencontre très-peu de statues dorées, il faut l'attribuer à une altération plus ou moins rapide provenant du contact de l'or et du bronze. A une époque bien postérieure, dans le Bas-Empire, on frappait des monnaies de fer ou de cuivre recouvertes d'argent. Au rapport de Pline, on dorait le cuivre par l'intermédiaire du mercure; le cuivre était étamé et argenté pour le préserver de toute altération, art dont ce célèbre naturaliste attribue la découverte aux Gaulois, qui en faisaient un tel usage, que les Bituriges argentaient leurs chariots, litières et autres objets d'un emploi journalier. Argenter le cuivre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on le conçoit, l'opération était simple ; mais il n'en est pas de même du fer, qui exige une double opération. Vitruve signale la dorure de l'argent et du cuivre au moyen du mercure. Zozime, auteur profane du 5e siècle, fait mention de la précipitation du cuivre sur le fer, opération dans laquelle le cuivre reparaît avec son aspect métallique. Mille ans après, Paracelse nous apprend que, pour décomposer une dissolution d'argent, il suffit de plonger dans la dissolution une lame de cuivre sur laquelle l'argent métallique se dépose. Bernard de Palissy, dans son *Traité des métaux et de l'alchimie*, nous apprend que l'on était parvenu à dorer et argenter le fer par immersion, en plongeant dans une dissolution très-limpide qu'il n'a pas fait connaître ; une lame de fer prenait aussitôt l'aspect de l'or ou de l'argent, suivant la nature de la dissolution. Boyle enfin rapporte que, pour dorer le fer au moyen de l'amalgame d'or, on commence par plonger ce métal dans une dissolution chaude de sulfate de cuivre ; le cuivre précipité sert à fixer l'or au moyen du mercure ; enfin on argente le cuivre et le laiton au moyen du chlorure d'argent.

Bien d'autres documents, que je ne rapporte pas ici, prouvent donc que l'application métallique pour préserver les métaux oxidables des influences atmosphériques, ou leur donner l'aspect des métaux précieux, était pratiquée depuis bien des siècles, et qu'il est à croire même que le procédé à l'aide duquel on dorait immédiatement le fer ainsi que le cuivre a été perdu, puis retrouvé.

Sans entrer dans l'examen historique de tout ce qui a été fait relativement à l'application des métaux sur d'autres métaux depuis l'établissement de la chimie moderne, je me bornerai à dire que l'intervention de l'électricité dans cette application constitue une nouvelle ère, à l'établissement de laquelle ont concouru plusieurs physiciens et industriels. Parmi les premiers, on doit distinguer M. de la Rive ; parmi les seconds, M. Elkington, qui a découvert la propriété que possèdent les dissolutions d'aurate alcalin, de dorer à la température de l'ébullition, les objets en cuivre parfaitement décapés qu'on y plonge ; c'est lui aussi qui a trouvé que les mêmes dissolutions, et en général les dissolutions d'or alcalines, servaient à dorer électro-chimiquement avec l'appareil simple. Ce n'est que plus tard que M. Ruolz fit usage de ces dissolutions et d'autres analogues, et donna de l'extension non seulement à la dorure électro-chimique, mais encore à l'argenture et à l'application de quelques métaux sur le cuivre, le fer, et même l'étain. Ce développement inattendu, donné aux applications de la pile, repose, comme on le voit, sur l'emploi *exclusif* des dissolutions alcalines. C'est donc dans ces dissolutions que réside le principe dominant de la dorure et de l'argenture qui préoccupent aujourd'hui l'industrie. On conçoit jusqu'à un certain point d'où peuvent provenir les dissolutions alcalines. Quand M. Payen observa que le fer, plongé dans une dissolution de potasse caustique en certaine proportion, était préservé de toute altération, on crut d'abord que cet effet était dû à ce que la dissolution ne renfermait pas assez d'air pour que le métal fût oxidé. Mais ce chimiste ayant démontré que la dissolution préservatrice renfermait autant d'air qu'une autre dans laquelle le fer était promptement oxidé, on dut en conclure que l'alcali exerçait dans cette circonstance une influence due à son contact avec le fer.

En examinant les effets électriques produits dans le contact de la dissolution et du fer, on reconnut qu'il existait une action chimique excessivement lente et d'une nature particulière, puisque les deux corps en présence ne prenaient chacun une charge d'électricité qu'autant que le circuit étaient resté ouvert pendant quelques instants.

La potasse exerçait donc là, par son contact avec le fer, une influence inconnue qui empêchait le fer d'être oxidé aux dépens de l'oxigène de l'air contenu dans la dissolution.

En rapprochant ce fait de la propriété des dissolutions alcalines métalliques, servant, soit à la dorure électro-chimique, soit à la dorure par immersion, de cet autre fait que certaines dissolutions non alcalines ne peuvent servir, dans les mêmes circonstances, à opérer des dépôts d'or, d'argent ou de cuivre sur différents métaux qu'on y plonge, on est porté à croire que les dissolutions alcalines, réagissant moins vivement sur les métaux, permettent aux molécules de se grouper selon les lois de la cristallisation, ou du moins de manière à s'agréger entre elles.

Tel est le grand avantage que l'on retire des dissolutions alcalines ; mais il faut avouer aussi qu'elles ne remplissent pas toujours le but que l'on se propose, comme celle de platine en est un exemple, puisqu'on n'a pu encore dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poser sur le cuivre qu'une couche excessivement mince de ce métal, sans pouvoir y faire adhérer les dépôts subséquents. C'est pour ce motif que le platine n'est pas encore en usage dans l'industrie.

Telles sont les considérations que j'ai cru devoir présenter avant d'exposer le résultat de mes recherches touchant la précipitation des métaux de dissolutions neutres par d'autres métaux, sans adhérence ou avec adhérence, en employant ou non le concours de l'action chimique de l'électricité.

De la précipitation de leurs dissolutions au moyen du zinc, de quelques-uns des métaux considérés jusqu'ici comme irréductibles.

Le principe à l'aide duquel on ramène immédiatement à l'état métallique certains métaux en dissolution est connu depuis longtemps. Il suffit de plonger dans la dissolution un métal plus oxidable que celui qui est en combinaison. C'est ainsi qu'on décompose une dissolution de cuivre, d'or, d'argent, etc. Il se substitue alors à sa place en proportions atomiques avec le zinc, le fer, etc. Le dépôt formé sur la surface du métal précipitant est tantôt pulvérulent, tantôt plus ou moins adhérent, suivant la densité de la dissolution, la température et diverses circonstances parmi lesquelles on met en première ligne le contact avec le métal précipitant, d'où résulte un couple voltaïque dont l'action est souvent déterminante; on en a un exemple dans l'étamage des épingles de laiton, qui, plongées dans un bain convenable d'étain, ne se recouvrent d'une couche de ce dernier métal qu'autant qu'elles sont mises en contact avec un morceau d'étain.

Tous les effets de ce genre sont dus en partie aux affinités, en partie aux effets électro-chimiques qui en sont la conséquence. Ce concours de l'affinité et de l'électricité doit donc toujours être pris en considération dans les recherches relatives à la réduction immédiate des métaux.

Les faits nouveaux que j'ai l'honneur de faire connaître aujourd'hui à l'Académie prouveront la justesse de mes observations à cet égard.

Je commencerai par donner, d'après notre confrère Thenard, le tableau de la réduction des dissolutions salines par les métaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SELS dont les dissolutions sont irréductibles par les métaux.	SELS dont les dissolutions sont réductibles par certains métaux (1).
SELS DES DEUX PREMIÈRES SECTIONS.	
Sels de manganèse.	Sels d'étain.
— de zinc.	— d'arsenic.
— de fer.	— d'antimoine.
— de cobalt.	— de bismuth.
— de nickel,	— de plomb.
— de chrôme.	— de cuivre (2).
— de titane.	— de tellure.
— d'urane.	Azotates de mercure. { Réduits par le zinc, le fer et tous ceux qui précèdent. Réduits par le fer, le zinc et peut-être le manganèse.
— de cérium.	Sels d'argent (3). . . — de palladium. . — de rhodium. . . — de platine. . . . — d'or. . . . . — d'osmium. . . . — d'iridium. . . . { Réduits par le fer, le zinc, le manganèse, le cobalt et tous ceux qui précèdent l'argent.

(1) Pour que la réduction se fasse bien, il faut que le sel nouveau soit soluble.
(2) L'acétate de cuivre est reduit par le plomb.
(3) L'azotate d'argent est réduit par le cobalt.

Les précipités signalés dans ce tableau sont tantôt pulvérulents, tantôt formés de parties plus ou moins cohérentes, tantôt ils adhèrent sur le métal précipitant. Les causes qui produisent ces différents états moléculaires dépendent de diverses circonstances, dont les unes sont connues et les autres seront indiquées plus loin. Les métaux obtenus jusqu'ici à l'état de poudre noire sont l'antimoine, l'arsenic, l'osmium, le palladium, le rhodium et l'iridium; les autres sont formés des parties plus ou moins agrégées, et possèdent la plupart du temps l'éclat métallique, entre autres le plomb, le mercure, le cuivre et l'argent. On verra comment ces métaux peuvent être obtenus en couches très-minces, avec l'aspect métallique, par simple immersion dans un bain métallique.

Si l'on jette les yeux sur le tableau précédent, on voit dans la première colonne que les sels de manganèse, de zinc, de fer, de cobalt, de nickel, de chrôme, de titane, d'urane et de cérium, sont regardés comme irréductibles par les métaux. Pourquoi a-t-on tiré cette conséquence ? c'est qu'on a opéré, surtout à l'égard du cobalt, du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nickel et du fer, dans des circonstances où la réaction du métal le plus oxidable sur les sels précédemment cités était trop faible pour que la réduction s'effectuât. Il serait, en effet, arrivé tout le contraire si l'on eût augmenté l'énergie de cette réaction à l'aide de la chaleur. Les faits suivants en fourniront la preuve, en même temps qu'ils donneront à la chimie de nouveaux moyens d'analyse, et peut-être à la métallurgie et à l'industrie des procédés qui pourront leur être de quelque utilité.

Pour montrer comment j'ai été conduit à la réduction en question, j'indiquerai la relation existant entre les forces électriques à l'aide desquelles on parvient à décomposer la plupart des sels précédemment cités, et les affinités en vertu desquelles on obtient la même décomposition.

J'ai démontré, il y a plusieurs années, comment avec l'appareil électro-chimique simple, dans lequel l'électricité était fournie, soit par l'oxidation seule du zinc, soit par la réaction l'une sur l'autre de deux dissolutions différentes, séparées par un diaphragme, on parvenait à décomposer tous les sels, de manière à obtenir les métaux à l'état métallique, en cristaux, en lamelles ou en poussière. On pourrait donc, avec l'oxidation seule du zinc, dégager assez d'électricité pour que celle-ci, transformée en courant, eût une énergie suffisante pour opérer la décomposition des sels métalliques et la réduction des oxides. Or, les moindres corps étrangers, métalliques ou non, pourvu qu'ils soient conducteurs, adhérant à la surface du zinc, opèrent cette transformation. Il en est de même quand le zinc n'est pas pur. En effet, il a été démontré qu'un morceau de zinc du commerce qui renferme diverses substances est plus attaqué par les acides qu'un autre qui est chimiquement pur. Dans le premier cas, on reconnaît, à l'aide du multiplicateur et de deux pointes de platine en relation avec cet appareil que l'on promène sur la surface du zinc plongé dans de l'eau acidulée, que cette surface est parcourue dans tous les sens par une multitude de courants électriques, ce qui ne peut avoir lieu qu'autant qu'il se trouve à la surface du zinc des corps étrangers, alliages ou autres conducteurs de l'électricité. Tel est le principe simple qui m'a servi de point de départ dans les recherches dont j'expose aujourd'hui les résultats. Le zinc devra donc être naturellement le corps précipitant, puisque c'est le métal conducteur d'électricité par excellence.

Que se passe-t-il quand on plonge un morceau de zinc bien décapé dans une dissolution d'un sel métallique à la température ordinaire ? Ce métal, qu'il décompose ou non le sel, réagit avant tout sur l'eau et s'oxide aux dépens de son oxigène, et l'hydrogène devient libre. Il en résulte un dégagement d'électricité par suite duquel le métal prend l'électricité négative et le liquide l'électricité positive ; mais, à l'aide des particules d'alliage ou autres corps étrangers conducteurs, ces deux électricités constituent un courant dont l'action rend le métal plus oxidable, ou du moins les parties non recouvertes de corps étrangers, d'où résulte une nouvelle énergie dans l'oxidation, tandis que l'hydrogène vient en aide à la réduction des oxides métalliques qui se trouvent dans la dissolution ; mais si à cette action électro-chimique, ou plutôt à cette multitude d'actions électro-chimiques dont on démontre l'existence à l'aide des aiguilles en platine, on ajoute les affinités de l'oxigène et de l'acide ou des corps se comportant comme tels, plus fortes pour le zinc que pour le métal dissous, et en outre l'action de la chaleur qu'on a négligée jusqu'ici, on a alors réuni toutes les conditions les plus favorables pour obtenir des dépôts métalliques. Avec un accroissement de chaleur, l'oxidation est plus forte, parce que le liquide devient meilleur conducteur de l'électricité, et que le courant ayant plus d'intensité, son action décomposante se trouve augmentée. Il ne faut donc jamais perdre de vue que la précipitation des métaux, au moyen d'un métal plus oxidable plongé dans leur dissolution, est un phénomène en partie chimique et en partie électro-chimique. J'ajouterai encore que, lors même qu'il n'y aurait pas de corps étrangers, alliages ou autres, adhérant à la surface du métal précipitant, celui-ci en contact avec l'eau, l'acide, du sel, l'oxide métallique, c'est à-dire l'oxigène et le métal, on trouverait réunies toutes les conditions qui peuvent constituer des effets de contact.

Telles sont les considérations qui m'ont conduit à la réduction, au moyen du zinc, de plusieurs des dissolutions regardées jusqu'ici comme irréductibles, ainsi qu'à la précipitation avec adhérence de presque tous les métaux non alcalins sur d'autres métaux.

M. Capitaine (*Annales de Chimie et de physique*, 3e série, t. II, p. 126)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avait déjà montré que si l'on plongeait un morceau de zinc dans une dissolution aussi neutre que possible de protochlorure de fer, le zinc, au bout de peu de temps, était devenu magnétique, et qu'en prolongeant suffisamment l'opération à la température ordinaire, il se recouvrait d'une masse mamelonnée de fer qui, en se précipitant, entraînait du zinc ; il vit en même temps qu'il se dégageait des bulles d'hydrogène. Pour obtenir du fer exempt de zinc, il souda une lame de zinc à une lame de cuivre bien décapée ; cette dernière se recouvrit d'une couche de fer qui se détacha aisément en plongeant la lame. Le fer avait une couleur blanc-bleuâtre jouissant de l'éclat métallique, particulièrement sur la surface adhérente au cuivre. Cette expérience revient à celle qui m'a servi à réduire le fer et à l'obtenir dans le même état, c'est-à-dire à l'état de cristaux de tubercules ou de lames. La différence dans les deux méthodes consiste en ce que dans la mienne le couple cuivre et zinc est séparé par ses deux extrémités libres au moyen d'un diaphragme perméable en argile ou autre substance séparant la dissolution de fer de la dissolution d'eau salée dans laquelle plonge le zinc. Cette disposition est plus avantageuse que celle de M. Capitaine, par la raison que l'on n'a pas à craindre que le fer en se déposant sur le cuivre ne s'allie au zinc qui se dissout en même temps que le sel de fer est décomposé. Cette disposition permet donc d'obtenir du fer parfaitement pur.

Quoi qu'il en soit, l'expérience de M. Capitaine a prouvé qu'avec une lame de zinc plongée dans une dissolution de protochlorure de fer à la température ordinaire, on parvenait avec le temps à décomposer ce sel et à obtenir le fer à l'état métallique. Mais une dissolution quelconque de fer, comme on le verra, dans laquelle le métal est à l'état de protoxide, éprouve les mêmes effets de la part du zinc, pourvu que l'on opère à une température convenable.

Dans mes expériences sur le traitement électro-chimique des métaux, j'avais reconnu qu'en portant la température de la solution d'eau salée à son maximum de concentration, à la température de 50 à 80 degrés, le courant électrique acquérait une intensité qui permettait de vaincre des affinités qui n'avaient pu l'être à la température ordinaire. Cet accroissement dans l'action électro-chimique pouvait être attribué à deux causes : la première, à une réaction chimique plus forte que la solution sur le zinc ; la seconde, à une meilleure conductibilité de la solution, car on sait que les liquides, à l'opposé des solides, deviennent meilleurs conducteurs à mesure qu'on les chauffe, probablement parce que la chaleur, en diminuant la force d'agrégation de leurs molécules, permet au courant d'agir plus efficacement. Dans les expériences suivantes, j'ai pris en considération cette influence de la chaleur pour arriver à la décomposition immédiate de quelques sels métalliques qui n'avaient pu l'être avec réduction de l'oxide, ou séparation immédiate du chlore du métal.

Appliquons ceci aux chlorures de cobalt ou de nickel, les résultats étant les mêmes que pour d'autres sels de ces métaux.

On prend quelques grammes de chlorure de cobalt que l'on dissout dans de l'eau, et on porte la température à celle de l'ébullition, on projette dedans du zinc très-pur en excès, en poussière, provenant de la pulvérisation du métal chauffé à une température convenable, ou bien du zinc obtenu par la décomposition électro-chimique d'un sel de ce métal ; il y a aussitôt une assez vive effervescence ; par la réaction du zinc sur l'eau et le chlorure, il se dégage de l'hydrogène ; la couleur du zinc ne tarde pas à changer : de grise qu'elle était, elle devient noire. Quelques minutes après, on retire du feu la dissolution qui est devenue parfaitement incolore, on lave et l'on sèche ; on rassemble au fond de la capsule la limaille ou la poussière métallique, à laquelle on présente l'extrémité d'un barreau aimanté ; aussitôt elle est attirée et s'y attache. Le chlorure a donc été décomposé et le cobalt amené à l'état métallique. Si le zinc est en limaille, les parcelles sont recouvertes de cobalt, et agissent individuellement sur l'aiguille aimantée. Quand la poussière est très-fine, les parties sont également recouvertes de cobalt. Pour enlever le zinc, on traite par l'acide acétique étendu de deux ou trois fois son volume d'eau, à la température ordinaire ; car avec l'acide sulfurique étendu le cobalt, en raison de son grand état de division, est attaqué, comme on le voit, par la coloration en rouge de la dissolution. Le cobalt se trouve alors en poudre noire très-divisée, prenant difficilement l'éclat métallique, surtout si le zinc n'est pas pur. Dans une expérience où j'ai opéré avec 4 grammes bien secs de chlorure de cobalt, j'ai obtenu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1gram.,26 de cobalt en poudre. La théorie indiquait 1,36. Il faut dire aussi que je n'ai pas pris dans les lavages toutes les précautions pour éviter la perte du cobalt tenu en suspension dans le liquide, puis l'acide acétique en avait dissous une petite quantité qui n'a pas été soumise à un nouveau traitement. Même résultat avec le sulfate, et probablement avec l'acétate de cobalt. Si, au lieu d'opérer avec de la poussière de zinc, on prend un cylindre de ce métal, on trouve que l'arête circulaire de la base est recouverte de petits tubercules de cobalt que l'on peut enlever avec un instrument tranchant; la surface même se cobaltise.

Les sels de nickel, traités de la même manière, m'ont conduit à des résultats semblables. Le nickel a été obtenu dans le même temps à l'état métallique en poudre impalpable, attirable à l'aimant et possédant toutes les propriétés du nickel. J'ai voulu voir jusqu'à quel point le procédé employé pourrait servir à isoler le cobalt ou le nickel du fer ou de quelques autres metaux avec lesquels il est combiné. J'ai pris 3 grammes d'oxide de cobalt impur, retiré de la mine de manganèse cobaltifère de Nontron, et qui renfermait de petites quantités d'oxide de manganèse et de fer; après avoir dissous cet oxide dans l'acide chlorhydrique et avoir fait évaporer l'excès d'acide, j'ai traité par le zinc, comme il vient d'être dit. Le cobalt et le fer ont été réduits à l'état métallique, puis j'ai traité par l'acide acétique étendu qui a dissous le fer et l'oxide de manganèse, de manière que le cobalt obtenu était sensiblement pur, si ce n'est qu'il se trouvait mélangé avec une très-petite quantité de cuivre. Dans une autre expérience où le cobalt renfermait de l'arsenic, la poussière métallique a été mise dans l'ampoule d'un appareil à réduction au moyen du gaz hydrogène; on a fait chauffer l'ampoule en y faisant passer de l'hydrogène pour éviter l'oxidation du cobalt, et l'arsenic s'est alors volatilisé; on l'a recueilli sur les parois du tube, de sorte que le cobalt était parfaitement pur. L analyse chimique pourra tirer parti du procédé de réduction que je viens d'indiquer pour obtenir promptement le cobalt et le nickel à l'état métallique, en les séparant de plusieurs des métaux avec lesquels ils sont combinés dans la nature.

J'ajouterai encore quelque chose à ce procédé qui permet de retirer le zinc quand on n'a à sa disposition que des limailles. Lorsque celles-ci sont recouvertes de cobalt et de nickel, l'action réductive du zinc devient alors très-faible. Dans ce cas on décante, on met le zinc dans un mortier d'agate, et l'on broie afin de nettoyer les surfaces; on enlève par des lavages la poussière métallique, et l'on commence à traiter la dissolution cobaltique en nettoyant de la même manière les surfaces. De cette façon on obtient, après avoir laissé reposer les eaux de lavage, de la poudre de cobalt ou de nickel qui ne renferme que peu de zinc que l'on enlève au moyen de l'acide acétique étendu. Quand on opère avec un cylindre de zinc, ce qui présente quelquefois de l'avantage, on brosse de temps à autre la surface immergée pour enlever toute la matière pulvérulente déposée. Quand l'opération est terminée, on gratte fortement la surface du zinc pour enlever toutes les parties pulvérulentes de cobalt que la brosse n'aurait pu détacher. Il faut, pour le succès de l'expérience, que le zinc soit aussi pur que possible, surtout privé d'arsenic et de cuivre; s'il renfermait du fer, il y aurait peu d'inconvénients.

Quand on opère vers 80 degrés, et même un peu au-dessous, l'action est alors moins tumultueuse. L'état de division du cobalt n'est plus aussi grand; ainsi peut-on obtenir de petits tubercules qui prennent sous le brunissoir l'éclat métallique.

Il y a un moyen tout simple de faire réagir le zinc en poussière très-fine sur une dissolution métallique, en y faisant concourir puissamment l'électricité dégagée dans la réaction. Il suffit pour cela d'opérer dans un vase de platine; dans ce cas, le zinc, le platine et la dissolution constituent un couple voltaïque. Le platine étant le pôle négatif, se trouve dans l'état le plus favorable pour ne pas être attaqué par les chlorures. Il ne le serait que dans le cas où l'on emploierait des sels acides ou des dissolutions dans la potasse. Hors ce cas, on n'a pas à craindre l'altération du platine. La seule difficulté serait que le métal déposé adhérât au platine.

CHAPITRE SECOND.

Du dépôt avec adhérence des métaux sur d'autres métaux.

Dans le chapitre précédent, je me suis attaché à décomposer immédiatement les sels de fer, de cobalt et de nickel au moyen du zinc à une température voisine de l'ébullition; je vais montrer maintenant comment on peut faire adhérer sur différents métaux, non-seulement les précédents, fer, nickel et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cobalt, mais encore tous les autres non alcalins, à l'exception de trois ou quatre, en les plongeant à une température convenable dans une dissolution métallique aussi neutre que possible. La dorure électro-chimique, ou celle par immersion du cuivre, s'opère, comme je l'ai déjà dit, avec des dissolutions alcalines, ou du moins en possédant la réaction, la première à la température ordinaire, la deuxième à celle de l'ébullition. La dorure sur d'autres métaux, outre quelques dispositions préparatoires, ainsi que l'argenture, le cobaltisage, le nickelisage, exige également l'emploi de dissolutions, de double cyanure ou d'autres dissolutions alcalines. Dès lors, le caractère alcalin des dissolutions employées dans les procédés nouveaux est donc bien défini. Le but que je me propose est de démontrer que l'on peut obtenir les mêmes effets, sauf l'épaisseur que la pile seule peut donner, par des immersions dans des dissolutions neutres, à la température de 60 à 100 degrés, suivant les métaux, en s'aidant quelquefois du contact du zinc avec les métaux précipités. L'adhérence est d'autant plus grande que le décapage est plus brillant, car on n'obtient jamais autant de solidité avec le mat; avec le décapage poli, la pièce sort du bain ayant un aspect très-brillant. Cette adhérence est telle, que plusieurs dépôts métalliques supportent non-seulement le poli à la peau et au rouge d'Angleterre, mais encore celui du brunissoir d'acier. Le dépôt métallique, du reste, est analogue à celui d'or dans la dorure par immersion, c'est-à-dire que la couche de métal est excessivement mince, ce qui ne saurait être autrement, attendu que l'action réductive du métal précipitant cesse aussitôt que sa surface est recouverte par le métal précipité.

Pour mettre de l'ordre dans l'exposé des résultats que je vais présenter, je parlerai de chaque métal en particulier, du moins de ceux qui donnent les effets les mieux caractérisés, en commençant par les métaux électro-négatifs.

Des dépôts métalliques avec adhérence opérés par immersion sans l'aide du contact métallique.

Du dépôt de platine ou platiné.

Composition de la liqueur. — On prend une dissolution de chlorure de platine aussi neutre que possible, on verse dedans une solution concentrée de potasse pour opérer sa décomposition. On lave le précipité, d'abord avec un mélange d'alcool et d'eau, puis avec de l'alcool ordinaire pour enlever l'excédant d'alcali sans dissoudre de double chlorure, ou du moins du mélange de double chlorure et de platinate de potasse. On a alors celui-ci parfaitement neutre, puisque sa solution dans l'eau distillée ne change pas la couleur du papier de tournesol rougi par un acide. Cette solution, étendue de deux ou trois fois son volume d'eau, sert à obtenir le platiné, en opérant de la manière suivante. On élève sa température de 60 à 70 degrés au plus, et on plonge dedans les objets parfaitement décapés. Ces objets deviennent d'abord ternes, s'eclaircissent peu à peu, deviennent brillants, et le platiné est alors effectué. Une minute au plus suffit pour cette opération. On retire la pièce et on sèche à la sciure. Le platine déposé a un aspect blanc argentin brillant, pourvu que le décapage ait été convenable. Si l'immersion se prolongeait, la réaction de la dissolution se continuerait, lentement à la vérité, à travers les interstices moléculaires. La couche de platine déposée primitivement se détacherait çà et là. Si l'on opérait à 100 degrés, la réaction serait trop énergique, les molécules ne s'agrégeraient pas, ou du moins s'agrégeraient imparfaitement. Au-dessous de 60 degrés, le dépôt deviendrait de moins en moins cohérent, et finirait par devenir pulvérulent. Il faut bien se garder, pendant l'opération, de toucher la pièce avec un morceau de zinc, car elle deviendrait noire immédiatement. Il est indispensable d'opérer avec une dissolution parfaitement neutre, car, pour peu qu'elle manifeste la réaction alcaline, tous les effets décrits ne se produisent plus. Un léger excès d'acide, au contraire, ne peut nuire sensiblement au succès de l'opération; il est indispensable de sécher à la sciure les pièces après décapage. En voici, je crois, la raison. Le cuivre, après avoir été décapé par les acides, se recouvre, malgré les lavages, d'une couche d'oxide excessivement mince. En séchant à la sciure, le frottement enlève cette légère couche d'oxide, et la solution de platine exerce l'action la plus efficace sur le cuivre. Il faut éviter aussi la présence du protoxide de cuivre qu'on enlève avec l'acide acétique.

Désirant déterminer la quantité de platine déposée par décimètre carré, j'ai fait les deux expériences suivantes.

1re *Expérience.* On a pris une lame de laiton carrée de 45 millimètres de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

côté ; après l'avoir platinée, on l'a mise dans une capsule avec de l'acide nitrique étendu pour dissoudre le cuivre. On a obtenu ainsi une pellicule excessivement mince de platine, qui rassemblée, séchée et pesée, a donné 0gr,0035, ce qui équivaut à 0gr,0086 par décimètre carré.

2e *Expérience.* Une lame de cuivre rouge, de 50 millimètres de longueur sur 23 de largeur, pesée, platinée, puis pesée de nouveau, a donné une différence de poids égale à 0gr,002. Le platine s'étant substitué au cuivre en proportion atomique, on a, en représentant par p et p' les poids du cuivre perdu et du platine déposé :

$$p' - p = 2,$$
$$p' : p :: 98,84 : 31,71,$$

98,84 et 31,71 étant les poids atomiques du platine et du cuivre. On tire de ces deux équations :

$$p' = 3.$$

Or, d'après les essais de M. d'Arcet pour déterminer le titre de l'or dans la dorure par immersion, on a :

	Au mercure.	Au trempé.
Dorure maximum.	0,0353	0,421
Dorure minimum.	0,0274	»

On voit par là que, dans la première expérience, la quantité de platine déposée par centimètre carré est à la quantité d'or déposée dans la dorure au minimum comme 86 : 274, c'est-à-dire qu'il y avait trois fois moins de platine que d'or déposé, et cependant le platine se trouvait en couche uniforme et continue ; et que dans la deuxième, ce rapport est comme 123 : 274, c'est-à-dire qu'il y avait un peu moins de moitié de platine que d'or déposé. Je ferai remarquer que, dans cette expérience, la lame avait été séchée à la sciure.

On peut augmenter encore l'épaisseur du dépôt, mais on court le risque de diminuer l'adhérence. Je fais observer en outre que celle-ci varie ainsi que l'épaisseur de la couche, avec la nature du laiton. C'est à l'industrie à rechercher les laitons qui se prêtent le mieux au platiné.

Le platiné à la pile, tel que le pratique M. de Ruolz avec une dissolution alcaline de platine, ne réunit pas encore la qualité requise, l'épaisseur ; la première couche, la couche déposée en premier lieu, est terne, elle adhère ; mais les dépôts subséquents sont pulvérulents, parce que l'action électro-chimique employée ne réunit pas les conditions voulues pour que les molécules de platine s'agrègent avec celles déjà déposées. Or, comme la dissolution de platine, en raison de sa nature, est très-étendue, il faudrait employer un courant d'une très-faible intensité pour déterminer l'agrégation des molécules, car j'ai démontré anciennement que plus une dissolution métallique est étendue, moins le courant doit avoir d'intensité, pour que les molécules métalliques se déposent sur l'électrode négatif avec adhérence, ou de manière à cristalliser.

Quand on expose à l'air le cuivre platiné sortant du bain sans le sécher, et par conséquent encore humecté de la dissolution de platine, celui-ci s'altère rapidement, et les lames platinées se recouvrent des couleurs bleues et violettes les plus brillantes.

J'ai fait quelques essais dans le but de savoir jusqu'à quel point le cuivre platiné s'altérait dans de l'eau renfermant du chlorure de sodium dans des proportions voulues pour former de l'eau de mer, qui, comme on le sait, altère rapidement le cuivre. Au bout de peu de temps, le cuivre platiné s'est recouvert d'un très-léger nuage d'oxichlorure de cuivre annonçant une faible réaction de l'eau salée sur le cuivre, à travers les interstices du platine. Au bout de trois ou quatre jours, les pièces ont été retirées et présentaient encore l'éclat du platine.

Le maillechort se platine parfaitement bien et prend même un assez beau brillant. Le fer ne se recouvre pas de platine sans une préparation préalable. J'ai employé avec avantage le platiné sur les médailles et bas-reliefs en cuivre rouge obtenus par la galvanoplastie, pour leur donner, en déposant sur leur surface des couches de peroxide de plomb de divers degrés d'épaisseur, toutes les couleurs de bronze désirables, et produire même des effets de couleur piquants qu'il serait bien difficile d'obtenir par tout autre procédé. Ce genre de bronzé a l'avantage sur toute autre espèce de peinture, qu'elle ne dépose qu'une couche d'oxide excessivement mince, qui ne saurait altérer en rien la finesse des traits des figures.

Je ferai observer enfin que, puisque le platiné de cuivre se revêt quand il est humecté à l'air des belles couleurs bleues que l'on obtient dans les premiers instants quand on les soumet à l'action d'une dissolution de plomb, au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen de la potasse et de la pile, je ferai observer, dis-je, que les belles couleurs qui arrivent après sous l'influence de la pile, sont dues probablement, comme je l'ai déjà avancé, à la réaction d'un protoxide de platine, d'une part sur l'oxide de plomb, de l'autre sur l'oxide de cuivre.

Application du palladium.

Ce que je viens de dire du platine déposé sur différents métaux s'applique en tout point au palladium, c'est-à-dire que pour recouvrir le cuivre de ce dernier métal l'on forme un double chlorure neutre de palladium et de potassium, renfermant une proportion atomique de chaque chlorure, et on opère en se conformant aux mêmes indications.

La pièce recouverte de palladium se montre avec l'aspect du platine, peut-être un peu plus blanc, avec un brillant comparable, jusqu'à un certain point, à celui de l'argent. La quantité de palladium déposée est sensiblement la même que celle de platine dans les expériences précédentes. Comme ce métal a très-peu d'affinité pour l'oxigène, qu'il est susceptible de prendre un assez grand éclat, et que le dépôt a très-peu d'épaisseur, il pourrait être employé dans certaines circonstances, bien que son prix fût élevé. Les objets que je mets sous les yeux de l'Académie pourront donner une idée de la beauté du cuivre recouvert de palladium.

Dépôt d'iridium.

Même mode d'opération que pour le précédent. Le dépôt d'iridium paraît semblable à celui du platine, sous le rapport de la quantité de métal déposée, de la couleur et de l'éclat; cependant le peu de pièces préparées m'ont paru avoir un aspect brillant tirant sur l'acier.

Dépôt de rhodium.

Le rhodium déposé sur le cuivre rouge ou le laiton, en se conformant entièrement aux prescriptions indiquées, se comportera absolument comme le platine et les autres métaux qui l'accompagnent; les résultats sont absolument les mêmes. Quant à l'osmium, n'ayant pu me procurer un chlorure de ce métal, je n'ai pu en former des dépôts sur le cuivre; mais l'analogie porte à croire qu'il se serait déposé comme les autres métaux.

Du dépôt d'or ou dorure.

Jusqu'ici le mode d'expérimentation décrit précédemment n'a pu produire des effets aussi nets, à beaucoup près, que ceux obtenus par le platine et les métaux qui l'accompagnent.

Du dépôt d'argent ou de l'argenté.

L'argent se prête très-facilement au dépôt avec adhérence sur cuivre et d'autres métaux, en suivant la méthode générale. On sait que le chlorure d'argent est soluble dans une dissolution saturée de sel marin, mais en très-faible proportion, puisque la quantité d'argent unie au chlore ne représente que les $\frac{17}{10000}$ du poids du sel marin employé à la température de 10 degrés. Mais le pouvoir dissolvant augmente avec la température; car, aux environs de celle de l'ébullition, il est quatre fois plus considérable : on sait encore que, lorsque l'on met une lame de fer, de zinc ou de cuivre dans de l'eau saturée de chlorure d'argent à la température ordinaire, le chlorure d'argent est décomposé, et l'argent se dépose en parties plus ou moins ténues et sans cohérence sur le métal. Les résultats que j'avais obtenus sur le platine et autres métaux me firent penser qu'à l'aide d'une température suffisante, et avec une solution saturée de chlorure d'argent et de sel marin, on parviendrait à faire adhérer l'argent sur le cuivre Effectivement, à la température de 70 degrés environ, on obtient un argenté mat qui prend sous le brunissoir l'éclat métallique. En opérant à la température de l'ébullition, l'argenté tire sur le noir; il est donc nécessaire de se renfermer entre certaines limites de température, qui doivent varier suivant la nature des alliages en cuivre, si l'on veut obtenir un argenté réunissant les conditions voulues. Le titre du dépôt d'argent a été déterminé de la manière suivante : On a pris une lame de cuivre rouge de 50 millimètres de long sur 23 de large; cette lame ayant été pesée avant et après l'immersion dans le bain, a présenté un excédant de poids égal à $0^{gr},003$. Or, comme l'argent s'est substitué au cuivre en proportion atomique, on trouve, au moyen d'un calcul précédemment indiqué en parlant du platine, que l'argenté par immersion contient $0^{gr},0164$ par décimètre carré. Le procédé que je viens de décrire, et qui est le résultat et l'application d'un principe général, a des rapports éloignés avec celui qui est employé dans quelques industries, et dont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Dumas a donné une bonne description dans les *Annales de l'Industrie française et étrangère*, t. Ier, p. 311. Nous mettons ici ce procédé en regard de celui exposé précédemment : « Supposons que l'on ait dissous, dit l'auteur, 1 once d'argent dans l'acide nitrique, et que l'on ait précipité la dissolution au moyen de l'acide chlorhydrique ou du sel marin, on lavera le chlorure d'argent et on le mêlera, encore humide, avec 4 livres de sel marin, 2 onces sel ammoniac, 1/2 livre sel de verre, 2 onces de nitrate de potasse, 1 1/2 gros oxide blanc d'arsenic et 1/4 de livre de sulfate de fer ; le mélange étant fait, on décape les pièces au moyen de l'acide nitrique ; celui-ci doit être assez concentré : la pièce ne doit y séjourner que quelques instants, et dès qu'elle a pris une teinte dorée très-vive, on la retire et on la lave à grande eau. La pièce étant décapée, on met dans de l'eau bouillante une petite quantité du mélange précédent : tout se dissout ; et alors si l'on plonge la pièce, elle se recouvre subitement d'une couche d'argent très-brillante et sans tache ni aspérités cristallines. La partie la plus remarquable de ce procédé se trouve dans l'emploi du chlorure d'argent ; le sel ammoniac et le sel de verre, qui consistent presque entièrement en chlorure alcalin, ont pour objet de rendre le chlorure d'argent soluble dans l'eau, par sa transformation en chlorure double, qui est soluble. Si le chlorure d'argent n'était pas dissous, l'argent se déposerait sur le laiton sous forme d'une poudre grise, noirâtre même et toujours terne. Si l'on substituait au chlorure un sel soluble par lui-même, tel que le nitrate, le résultat serait encore plus mauvais. Il est probable que la quantité des chlorures alcalins est trop forte ; mais cette circonstance est de peu d'intérêt. »

Il paraît, d'après l'opinion de M. Dumas, que le sulfate de fer, en réagissant sur le nitrate de potasse et le sel marin, met en liberté une petite quantité d'acide nitrique et d'acide chlorhydrique, que produit un peu d'eau régale, destinée à ramener à l'état de chlorure blanc la portion de sous-chlorure violet, qui ne tarderait pas à se produire dans le mélange par l'action de la lumière. L'oxide d'arsenic étant réduit en même temps que le chlorure d'argent, il se dépose donc sur le laiton un sous-arséniure d'argent. Si l'on ajoutait trop d'oxide d'arsenic, l'argent prendrait un ton plombeux. La crème de tartre n'a pour but que de décaper le laiton.

En comparant cette méthode à celle que j'ai décrite, on trouve des différences fondamentales ; j'opère avec une dissolution saturée de chlorure d'argent et de sel marin, à une température à peu près fixe, tandis que dans le procédé indiqué dans les *Annales de l'Industrie*, on se sert d'une dissolution, dans l'eau bouillante, d'une petite quantité d'un mélange de double chlorure d'argent et de soude, et de différents autres sels. Seulement, dans l'un et l'autre, il faut l'emploi de la chaleur ; ensuite ma dissolution est neutre, l'autre est alcaline.

Dépôts de cuivre.

Ce métal n'offre aucune difficulté pour être précipité avec adhérence sur divers métaux en employant la dissolution de double chlorure en proportion définie. On savait du reste que pour cuivrer le fer, il suffit de plonger une lame de ce métal bien décapée pendant quelques instants dans une dissolution concentrée de sulfate de cuivre, ou bien de prolonger l'immersion dans une dissolution étendue. Pour obtenir le dépôt de cuivre sur des métaux peu oxidables, il faut toucher la pièce immergée dans la dissolution de double chlorure à une température convenable avec un morceau de zinc plongeant également dans la dissolution.

Nouveau mode d'essai pour déterminer la valeur des potasses, soude et manganèse du commerce.

(Suite.)

Instruction spéciale pour l'essai pratique des soudes et des potasses.

Afin de pouvoir déterminer avec quelque exactitude la valeur vénale des soudes et des potasses du commerce, il est nécessaire de connaître la quantité d'eau qu'elles renferment et celle de carbonate alcalin qu'elles représentent. La marche des essais qui procure ce double résultat n'est pas la même dans tous les cas ; elle dépend de l'absence ou de la présence de certains composés chimiques qu'on peut considérer comme des impuretés dans la potasse et dans la soude. Les composés unis aux substances qui exigent qu'on apporte une modification aux procédés sont les alcalis caustiques les sulfites et hyposulfites alcalins, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sulfures métalliques et les carbonates terreux. On reconnaît leur presence, et on fait aisément disparaître leur influence nuisible du résultat des essais par les moyens suivants.

1. *Carbonates des terres alcalines.* On fait dissoudre une certaine quantité de la potasse ou de la soude pulvérisées qu'on veut essayer, dans de l'eau de pluie chaude. Si ces corps forment une dissolution limpide, ou bien même si el es ne présentent que de légers flocons, on peut être certain qu'il y a absence de carbonates terreux ou alcalins. Si au contraire il reste une poudre blanche qui fait, après un lavage, effervescence avec les acides, on a ainsi la preuve qu'il y a présence ou de carbonate de chaux ou de carbonate de magnésie. Dans ce cas il faut faire dissoudre l'alcali, dont on a pris le poids dans de l'eau de pluie portée à une certaine température, filtrer la dissolution, laver le residu et porter dans le flacon A la liqueur filtrée qu'on pourra, suivant le besoin, rapprocher un peu par évaporation.

2. *Sulfites et hyposulfites.* On n'en rencontre que dans la soude et jamais dans la potasse. On peut se convaincre de la manière la plus prompte et la plus certaine de leur présence en colorant 30 grammes environ d'acide sulfurique étendu en jaune rougeâtre, au moyen d'un peu de chromate de potasse et ajoutant aussitôt à la soude, soumise à l'essai, mais de manière que la liqueur reste acide. Si la couleur jaune rougeâtre passe au vert il y a présence des sel indiqués. Il est vrai que le sulfure de sodium donne lieu au même changement de couleur, mais toutes les fois que le phénomène se présente, on peut regarder comme une chose plus certaine qu'il provient de l'hyposulfite de soude.

Rien de plus facile à découvrir que les *sulfures des métaux alcalins*, pour cela on se contente d'humecter la potasse ou la soude avec une solution de carbonate (sesquicarbonate) ordinaire d'ammoniaque. Quand ils sont présents il se dégage aussitôt du sulfure d'ammonium qu'il est facile de reconnaître à son odeur et à la propriété qu'il possède de noircir un papier humecté avec une dissolution d'acétate de plomb.

Lorsqu'il y a présence de l'un ou l'autre de ces composés, on ajoute pour la détermination de l'acide carbonique du chromate de potasse neutre sur la pointe d'un couteau.

3. *Potasse et soude caustiques.* On délaye 1 partie de la potasse ou de la soude à essayer avec 3 parties de chlorure de baryum dans de l'eau chaude, on agite et on essaye la liqueur après l'avoir filtrée au moyen du papier de curcuma ou de dahlia. Si le premier brunit et le second verdit, il y a présence de l'alcali caustique. On comprend du reste que le chlorure de baryum doit être parfaitement neutre, et qu'il doit être ajouté en excès, ce dont on s'assure quand il y a doute, en ajoutant une faible et nouvelle portion de chlorure de baryum qui ne doit donner aucun précipité. Ce mode expérimental mérite sans nul doute, à cause de sa simplicité et de la sûreté qu'il présente, la préférence sur tous ceux proposés pour le même objet jusqu'à présent. Si on soupçonnait la présence du sulfure de potassium ou du sulfure de sodium, qui offrent aussi une réaction alcaline, il ne serait pas nécessaire de faire l'essai pour les alcalis caustiques ; on serait certain dans tous les cas qu'ils sont présents.

Dans le cas où il y a des alcalis caustiques, on broie les échantillons qu'on destine à la recherche de l'acide carbonique et qu'on pèse avec soin avec 3 à 4 parties de sable quartzeux pur, on ajoute depuis 1/4 jusqu'à 1/3 du poids de l'échantillon pulvérisé de carbonate d'ammoniaque, on dépose la poudre dans une capsule, on nettoie le pilon, en cas qu'un peu de cette poudre y soit restée adhérente, avec une petite quantité de sablon, et on verse goutte à goutte sur la masse toute la quantité d'eau qu'elle peut absorber, on laisse reposer un moment et on chauffe ensuite jusqu'à ce qu'on ait chassé toute l'eau et l'ammoniaque carbonatée. Quand une potasse ou une soude renferme encore indépendamment de l'alcali caustique un sulfure métallique, au lieu d'eau on se sert, pour humecter la masse, d'esprit de sel ammoniac, afin de transformer le sesquicarbonate d'ammoniaque en sel neutre; dans le cas contraire, il se dégage du sulfure d'ammoniaque et une portion du sulfure métallique alcalin est transformée en carbonate alcalin. Après le refroidissement, on transporte la masse qu'on enlève aisément de la capsule avec une lame de couteau dans le flacon A, on lave la capsule avec un peu d'eau et on procède ainsi qu'il est dit plus bas. Le sable sert à donner de l'adhérence à la masse, et à s'opposer à la décrépitation lors de la dessiccation.

Pour déterminer l'humidité que possèdent la potasse et la soude, on prend une capsule de fer-blanc de 5 cent. de diamètre environ (fig. 3, pl. 55) et pourvue d'un couvercle peu serré, ou un creuset de porcelaine avec son couvercle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on transporte dans le plateau d'une balance ordinaire, mais juste, on charge cette capsule d'un poids de 10 grammes, et on amène la balance à l'état d'equilibre, en mettant dans l'autre plateau des grains de plomb, puis finalement des bandes de feuilles d'étain. Alors on prend en différents points des potasses ou des soudes qu'on veut essayer de légers échantillons qu'on triture, on enlève le poids de dix grammes qu'on a mis dans la capsule, et on y verse de la matière pulvérisée jusqu'à ce qu'on ait établi complétement l'équilibre.

Dans cet état on chauffe cette capsule sur une bonne lampe à esprit de vin jusqu'à ce qu'on ait chassé toute l'eau et après le refroidissement, on porte de nouveau sur la balance, sur laquelle on a laissé la tare. Le nombre de décigrammes qu'il faut ajouter à la capsule pour rétablir l'équilibre, donne en centièmes la quantité d'eau renfermée dans les alcalis.

La potasse ayant ainsi été débarrassée de son humidité, on en pèse 6 gr. 29, et de la soude 4 gr. 84, qu'on introduit au moyen d'une carte dans le flacon **A** de l'appareil, fig. 2, qu'on remplit aussitôt au tiers d'eau (1). On pèse alors l'appareil bien desséché et monté ainsi qu'il a été indiqué précédemment, et, par une douce aspiration en *d*, on fait monter et déverser l'acide sulfurique qu'on a mis dans le flacon B, dans le flacon A (2). Après que la décomposition est complète, on enlève le bouchon de cire qui est en *b*, on aspire le gaz qui remplit l'appareil (opération qu'on peut exécuter au moyen d'un tube rempli d'hydrate de chaux humide, quand on est incommodé par la saveur de l'acide carbonique), jusqu'à ce qu'on en ait expulsé tout l'acide carbonique; et après qu'il est entièrement froid, ce qu'on peut hâter en plongeant le flacon dans l'eau froide, on porte sur la balance pour déterminer par la perte de poids la quantité d'acide carbonique qui s'est dégagée.

Le nombre de centigrammes qu'il faut ajouter à l'appareil pour rétablir de nouveau l'équilibre, divisé par 2, donne immédiatement la quantité en centièmes de carbonate de soude ou de potasse. Ainsi supposons que 6 gr. 29 d'une potasse ont produit 1 gr., 60 de perte du poids de l'appareil, ou ce qui est la même chose en acide carbonique, il en résulte que cette potasse renferme $\frac{160}{2}=80$ pour 100 de carbonate de potasse.

Le dosage des quantités de potasse ou de soude caustique qui peuvent être contenues dans les potasses ou les soudes avec les carbonates alcalins, a moins d'importance pour le commerce que pour la fabrication et surtout sous le point de vue de la science. Pour ce dosage notre méthode alcalimétrique ordinaire présente un moyen très-simple.

On pèse suivant qu'on traite de la potasse ou de la soude, 6 gr.,29 ou 4 gr.,84 du résidu dont on a chassé l'humidité à deux reprises successives. L'un des échantillons sert à déterminer la proportion d'acide carbonique comme il vient d'être dit, l'autre est traité comme on l'a vu ci-dessus par le carbonate d'ammoniaque. Au moyen de la différence dans le poids, on détermine la quantité en centièmes de l'alcali caustique, après qu'on a multiplié cette différence par 54,101 pour la potasse et par 29.38 pour la soude.

Maintenant pour faire juger de l'exactitude des résultats que fournit notre méthode, et de l'assurance avec laquelle on peut en faire des applications en général, nous comparerons ces résultats avec ceux que donne la méthode de M. Gay-Lussac, et enfin nous l'appliquerons à un certain nombre de potasses et de soudes qu'on rencontre communément dans le commerce en Allemagne.

Nous nous servirons d'abord pour établir un contrôle des résultats obtenus par les divers modes d'analyse, de mélanges artificiels de soude dont la composition nous sera bien connue, puis ensuite nous appliquerons le même procédé aux potasses et aux soudes du commerce.

(1) Avec les soudes, on ajoute encore à l'eau dans les cas indiqués un peu de chromate neutre de potasse, ou bien on prend une dissolution de chromate de potasse saturée à peu près avec de l'ammoniaque.

(2) Les premières gouttes d'acide sulfurique concentré, qui viennent en contact avec le carbonate alcalin, produisent un dégagement énergique et saccadé de gaz; mais il ne faut pas pour cela suspendre l'essai, attendu que cette effervescence est sans effet sur les résultats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A. *Analyse de soudes dont la composition est bien connue.*

1) *a.* 4gram.,84 d'un mélange à parties égales de carbonate de soude anhydre et de sel de Glauber ont donné 1gram.,002 d'acide carbonique.
b. 3gram.,185 du même mélange saturent 57°,5 de l'acide d'épreuve de M. Gay-Lussac (1).
c. 3gram.,85 ont saturé, dans un second essai, 58°,4.

2) *a.* 4gram.,84 d'un mélange de 2 parties carbonate de soude et 1 partie de sel de Glauber ont produit 1gram.,33 d'acide carbonique.
b. 3gram.,185 ont saturé 80° de la liqueur d'épreuve.
c. *id.* . . . . . 79°,5 *id.*
d. *id.* . . . . . 76° *id.*

3) 0gram.,68 d'un mélange de 1 partie de carbonate de soude et de 3 parties de sel de Glauber ont donné 0gram.,997 acide carbonique.

4) *a.* 4gram.,840 de soude cristallisée pure ont fourni 0,745 acide carbonique.
b. 4 ,840 *id.* . . . . . 0,753 *id.*
c. 3 ,185 ont saturé 46° de la liqueur d'épreuve.
d. 3 ,185 *id.* 45° *id.*

Il y avait donc dans 100 parties des mélanges analysés de carbonate de soude anhydre, savoir :

	D'après notre méthode.	D'après la méthode de M. Gay-Lussac.			Calcul.
1)	50.1	48.9	49.7	»	50.0
2)	66.5	68.1	67.7	67.3	66.6
3)	24.9	»	»	»	25.0
4)	37.2	37.6	39.1	38.2	37.2

B. *Analyse des potasses du commerce.*

Les potasses suivantes étaient toutes également exemptes de potasse caustique, de sulfure de potassium et de carbonate de chaux.

1) *Potasse de Bohême.* . . . 10gram. ont perdu par la chaleur 0gram.,916.
6gram.,29 ont fourni 1gram.,893 acide carbonique.
4gram.,807 ont saturé 131° de liqueur à l'épreuve.

2) *Potasse d'Illyrie.* Ire sorte. 10gram. ont perdu 0gram.,708 d'humidité.
6gram.,29 ont fourni 1gram.,918 acide carbonique.
4gram.,807 ont saturé 131°,3 de liqueur d'épreuve.

3) *Potasse d'Illyrie.* IIe sorte. 10gram. ont perdu 1gram.,24 d'eau.
6gram.,29 ont fourni 1gram.,875 acide carbonique.
4gram.,807 ont saturé 131°,3 de liqueur d'épreuve.

4) *Potasse de Saxe.* . . . . . 10gram. ont perdu 0gram.,85 par la chaleur.
6gram.,29 ont donné 1gram.,225 acide carbonique.

5) *Potasse de Heidelberg de Fries.* 10gram. ont perdu 0gram.,112 par la chaleur.
6gram.,29 ont donné 1gram.,36 acide carbonique.
4gram.,807 ont saturé 111°,2 de liqueur d'épreuve.

Il y avait donc dans ces potasses anhydres les quantités suivantes en centièmes de carbonate de potasse :

	D'après notre méthode.	D'après la méthode de M. Gay-Lussac.
1)	94.6	96.0
2)	95.9	96.1
3)	93.8	96.1
4)	61.2	»
5)	68.0	68.9

(1) L'acide sulfurique dont nous nous sommes servis pour les essais a été titré de la manière la plus précise par la baryte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C. *Analyse des soudes du commerce* (1).

1) *Soude jaune calcinée néerlandaise.* Cette soude se dissout presque entièrement dans l'eau ; le résidu jaunâtre, floconneux, est exempt de carbonate de chaux. Elle renferme peu de soude caustique, beaucoup de sulfite et d'hyposulfite de soude, et pas de sulfure de sodium.

10 grammes ont perdu 1gram.,97 par la chaleur.
4gram.,84 du résidu ont fourni, après un traitement préalable au carbonate d'ammoniaque, 1gram.,670 d'acide carbonique.
3 ,185 ont saturé 100°,8 de liqueur d'épreuve.

2) *Soude blanche calcinée néerlandaise.* Cette soude, traitée par l'eau, laisse un résidu ou précipité floconneux, exempt de carbonate de chaux. On n'y rencontre pas de soude caustique, de sulfure de sodium, ni de sulfite et hyposulfite de soude.

10 grammes ont perdu 0gram.,404 par la chaleur.
4gram.,84 du résidu calciné ont donné 0gram.,876 acide carbonique.
3 ,185 du résidu calciné ont saturé 54°,1 de la liqueur d'épreuve.
3 ,185 dans une seconde épreuve 53°,4 *id.*

3) *Soude de Dieuse.* Cette soude était très-blanche et presque complétement soluble dans l'eau. Elle renfermait une assez grande quantité de soude caustique, pas de sulfite et d'hyposulfite de soude ni de sulfure de sodium.

10 grammes ont perdu 0gram.,39 par la calcination.
4gram.,84 de résidu calciné ont fourni, après un traitement préalable au carbonate d'ammoniaque, 1gram.,62 acide carbonique.
3 ,185 du résidu calciné ont saturé 93°,1 de la liqueur d'épreuve.

4) *Soude de Cassel.* Cette soude est d'un beau blanc, et laisse, quand on la traite par l'eau, un précipité abondant, blanc, floconneux, exempt de carbonate de chaux; elle renferme de la soude caustique, du sulfite et hyposulfite de soude et pas de sulfure de sodium.

4gram.,84 de cette soude calcinée ont fourni, après un traitement préalable au carbonate d'ammoniaque, 1gram.,793 acide carbonique.
3 ,185 de cette soude anhydre ont saturé 108°,4 de la liqueur d'épreuve.
3 ,185 calcinée préalablement avec du chlorure de potasse 106°8, *id.*
10 grammes ont perdu 1gram.,34 par la calcination.
4gram ,84 de cette soude anhydre ont fourni 1gram.,785 acide carbonique.
3 ,185 *id* ont saturé 106°,5 de liqueur d'épreuve.

5) *Soude d'Angleterre.* Cette soude avait une couleur grisâtre ; elle se dissolvait dans l'eau avec un résidu floconneux exempt de carbonates terreux ; elle renfermait beaucoup de soude caustique et d'hyposulfite de soude, peu de sulfure de sodium.

4gram.,84 de soude anhydre ont donné, après un traitement préalable au carbonate d'ammoniaque, 1gram.,63 acide carbonique.
3 ,185 ont saturé 97°,7 de liqueur d'épreuve.
3 ,185, traités préalablement au chlorure de potasse, 93°,2.

6) *Soude blanche calcinée de Büchner et Wilkens à Darmstadt.* Cette soude a un aspect très-blanc ; traitée par l'eau, elle laisse un résidu floconneux, blanc, qui ne renferme pas de carbonate de chaux. Elle est exempte de soude caustique et de sulfure de sodium, et contient très-peu de sulfite de soude.

4gram.,84 de soude calcinée ont fourni 1gram.,830 acide carbonique.
4 ,84 *id.* 2e essai 1 ,835.
3 ,185 ont saturé 108°,4 de la liqueur d'épreuve.

---

(1) Les analyses qualitatives ont été faites par la méthode decrite ci-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

7) *Soude de Debreczyn.* Cette soude consiste en morceaux blancs, pierreux et presque complétement solubles dans l'eau. Elle ne renferme ni soude caustique, ni sulfure de sodium, ni sulfite de soude.

10 grammes ont perdu 1gram.,34 par la calcination.
4gram.,84 ont fourni 1 ,785 acide carbonique.
3 ,185 ont saturé 100°,5 de la liqueur d'épreuve.

8) *Soude blanche calcinée purifiée deux fois de Wesenfeld et compagnie, à Barmen.* Cette soude, d'un aspect très-blanc, dont la dissolution reste limpide, est exempte de sulfite de soude, de soude caustique et de sulfure de sodium. La solution saturée avec de l'acide nitrique se trouble à peine par le nitrate d'argent et le nitrate de baryte.

10 grammes ont perdu 0gram.,77 par la calcination.
4gram.,84 du résidu calciné ont fourni 1gram.,996 acide carbonique.
4 ,84 *id.* 2e essai, 1 ,998 *id.*

Il y aurait donc en carbonate de soude, dans toutes ces soudes anhydres et en centièmes, savoir :

	D'après notre méthode.	D'après la méthode de M. Gay-Lussac.
1)	83.5	87.5[a]
2)	42.8	46.1 — 45.5
3)	81.0	79.1
4)	89.7	92.1[a] — 90.7[b]
5)	81.5	83.0[a] — 79.2[b]
6)	91.5 — 91.7	92.1
7)	89.2	90.4
8)	99.8 — 99.9	»

a. Non calcinée avec le chlorate de potasse. — *b*. Calcinée avec le chlorate de potasse.

D. *Recherche de la soude caustique dans les soudes du commerce.*

1) *Soude de Dieuse.* 4gram.,84 de cette soude anhydre, traités par le carbonate d'ammoniaque, ont fourni en acide carbonique. 1gram.,620
4gram.,84 de la même, sans carbonate d'ammoniaque. . . . . 1 ,577
Différence. . . . . 0 ,043

2) *Soude de Cassel.* 4gram.,84 de soude anhydre, traités par le carbonate d'ammoniaque, ont fourni en acide carbonique. 1gram.,793
4gram.,84 de soude anhydre sans carbonate d'ammoniaque. 1gram.,690
4 ,84 *id.* 2e essai . . . . . 1 ,692
Moyenne. . . . . 1 ,691
Différence. . . . . 0 ,102

Soude d'Angleterre. 4gram.,84 de soude anhydre, traités par le carbonate d'ammoniaque, ont fourni en acide carbonique. 1gram.630
4gram.,84 sans carbonate d'ammoniaque. . . . . 1 ,536
Différence. . . . . 0 ,094

Les soudes soumises à l'épreuve contenaient donc à l'état anhydre et en centièmes, savoir :

	En carbonate de soude.	En soude caustique.
1	78.9	1.26 = 2.14 acide carbonique.
2	84.5	3.05 = 5.20 *id.*
3	76.8	2.76 = 4.68 *id.*

(*La suite au prochain cahier.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notice sur quelques Anomalies que présente la Gomme Sénégal lorsqu'on l'emploie à l'état d'eau de gomme comme épaississant des mordants et couleurs d'application.

Par M. D. Kechlin Schouch.

(*Extrait du Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse, n.* 83).

On a observé depuis longtemps dans certaines circonstances qu'on ne s'est pas expliquées, qu'en épaississant avec de l'eau de gomme les mordants d'acétate d'alumine, d'acétate de fer ou le mélange de ces deux sels et l'imprimant à la planche sur tissu de coton, il s'opère quelquefois une combinaison si intime entre les bases métalliques, la gomme et le tissu, que par les opérations du débouillage (bousage ou dégorgeage mécanique), la gomme reste en notable quantité adhérente à la toile, qui en conserve une très-grande roideur et rend les teintures défectueuses.

On sait que l'art d'épaissir les mordants selon la nature de l'impression est une des opérations les plus importantes de la fabrication des indiennes. Il exige une longue pratique, et de lui dépend souvent tout le succès. Il faut avoir égard à trois conditions essentielles : 1° Pendant l'impression l'épaississant ne doit pas être un obstacle à la combinaison des mordants, ou sous-sels avec le tissu ; 2° l'epaississant doit pouvoir se séparer facilement de l'étoffe par les opérations du bousage et du dégorgeage ; 3° pour certaines teintures, pour celle en garance surtout, il est important que l'épaississant puisse s'enlever sans retenir les parties du mordant qui ne sont pas combinées au tissu, car dans beaucoup de cas ces parties ainsi détachées précipiteraient de la matière colorante, appauvriraient le bain et occasionneraient une mauvaise teinture.

L'inconvénient que j'ai signalé plus haut et que présente quelquefois l'emploi de la gomme a bien souvent embarrassé les fabricants et est resté jusqu'ici sans explication. Selon les uns il faut l'attribuer à la nature de certaines espèces de gommes, et selon d'autres, à diverses substances étrangères dont les gommes du commerce sont quelquefois accompagnées. Mais de nombreux essais que j'ai entrepris avec différentes variétés de gommes, n'ont point confirmé cette supposition. Seulement j'ai observé que l'eau de gomme préparée avec la gomme blanche, ne présente pas l'inconvénient en question, au même degré que celle obtenue en sorte qui est bien moins pure. Je dois du reste faire remarquer que l'eau de gomme que j'essayais, était toujours préparée depuis quelques semaines, tandis que l'eau de gomme blanche ou rouge que j'employais pour faire les essais comparatifs était toujours récemment préparée. C'est là le motif qui a induit en erreur et retardé la découverte de la véritable cause que j'ai trouvée en faisant mes essais avec des eaux de gommes récemment préparées.

J'avais observé que faisant usage d'eau distillée, la gomme conservait mieux son degré de viscosité, qu'en employant de l'eau de rivière (de la Doller). Cette dernière en vieillissant devenait moins épaisse et surtout plus acide, sans doute parce qu'étant plus aérée il s'y établissait une fermentation plus prompte. Cette observation m'a conduit, un peu plus tard il est vrai, à la remarque que l'eau de gomme vieille et conservée dans un local plus ou moins chaud présente le plus souvent l'inconvénient que j'ai rappelé.

J'ai fait préparer des eaux de gommes avec de la gomme blanche, de la gomme rouge et de la gomme en sorte, telle qu'on la trouve dans le commerce. J'ai laissé ces eaux exposées à une température de 20° C., environ pendant 20 jours. Bientôt une fermentation s'est établie dans la liqueur qui devenait de plus en plus acide, surtout celle préparée avec la gomme en sorte qui présentait cette propriété à un plus haut degré que les deux autres.

Au bout de ces 20 jours j'ai fait préparer de nouvelles eaux de gommes avec les mêmes qualités de gommes, afin de comparer ces dissolutions fraîches avec celles qui avaient déjà fermenté. A cet effet j'ai épaissi, avec ces différentes eaux de gommes, des mélanges d'acétate, d'alumine et d'acétate de fer dans le rapport de :

1 partie acétate d'alumine.
1 partie acétate de fer (pyrolignite de fer à 9°).
2 parties eau de gomme.

J'ai également épaissi un semblable mélange avec de la gomme pilée. Tous ces mordants épaissis ont été imprimés sur la même toile, dont une moitié a été séchée à chaud, tandis que l'autre moitié l'a été à la température ordinaire. Après quelques jours de repos

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la toile a été débouillie en bouse à 75°, puis dégorgée à la manière ordinaire. Après la dessiccation j'ai remarqué que tous ces mordants épaissis avec les eaux de gommes vieilles et fermentées donnaient de la roideur à la toile, ce qui n'arrivait pas avec les mordants épaissis avec la gomme pilée ou avec les eaux de gomme fraîches.

Dans le but de déterminer si cette différence doit être attribuée à la combinaison que l'eau de gomme fermentée et modifiée dans la composition, forme avec les mordants à base d'alumine et de fer, ou bien à la combinaison directe de la gomme ainsi modifiée avec le coton, j'ai fait imprimer sur toile des eaux de gommes vieilles et fermentées et de l'eau de gomme fraîche sans addition de mordants. Après le bousage, le dégorgeage et le séchage, j'ai trouvé que sans mordants la gomme vieille et fermentée, pas plus que la gomme fraîche, ne donne de roideur au tissu. La présence des mordants est donc nécessaire pour produire ce phénomène.

J'ai voulu voir aussi si la combinaison qui s'effectue sur le tissu est due à l'acide qui prend naissance pendant la fermentation, ou à la gomme elle-même, telle qu'elle se trouve après cette fermentation. A cet effet j'ai traité l'eau de gomme fermentée par l'alcool afin d'en précipiter la gomme; j'ai malaxé le mélange, je l'ai imprimé et filtré. J'ai traité une seconde fois par l'alcool, filtré et réuni les liqueurs.

Le liquide filtré était acide et incolore, il ne précipitait ni l'acétate d'alumine, ni l'acétate de fer ; évaporé à siccité, il répand des vapeurs qui rougissent le tournesol et exhalent une odeur particulière qui ne rappelle en rien celle de l'acide acétique. Il ne cristallise pas par le refroidissement.

J'ai fait redissoudre dans l'eau la gomme qui avait été précipitée par l'alcool et j'ai épaissi des mordants d'acétate de fer et d'acétate d'alumine avec cette dissolution, pour voir si après avoir été séparée de l'acide ci-dessus cette gomme donnerait encore de la roideur au tissu. C'est ce qui arrive effectivement, car après le bousage, le dégorgeage et la dessiccation des parties imprimées conservaient la même roideur que lorsqu'on emploie directement l'eau de gomme vieille et fermentée. Ainsi pendant sa fermentation la gomme subit une modification dans sa nature.

Afin de mieux constater les faits déjà cités, j'ai fait préparer avec de la gomme de choix, une dissolution contenant 2,500 gram. de gomme sur 2 litres d'eau, et je l'ai soumise à divers traitements.

I. Une partie de cette dissolution a été exposée pendant 20 jours à une température de 15°.

II. De la même eau de gomme a été soumise à l'ébullition pendant une heure (en remplaçant l'eau évaporée), et exposée également pendant 20 jours à une température de 15° ; on sait que par une ébullition prolongée la gomme se transforme en partie en une matière sucrée. Aussi après avoir été traitée par l'alcool, l'eau gommée paraissait plus sucrée qu'avant l'ébullition.

III. J'ai exposé pendant le même temps et à la même température, de la même eau de gomme à laquelle j'avais préalablement ajouté 1/16 de son volume du dépôt d'une ancienne eau de gomme, dans la supposition que le dépôt qu'on a l'habitude de laisser au fond des cuves devait faciliter et hâter la fermentation.

IV. J'ai soumis aux mêmes conditions deux litres de la même eau de gomme auxquels j'avais ajouté 20 gr. de carbonate de soude.

Pendant les 20 jours que les différentes dissolutions ont été abandonnées à elles-mêmes, je les ai essayées à diverses reprises avec le papier de tournesol. J'ai remarqué que dès les premiers jours l'acidité était très prononcée dans le n° II ; que le n° I rougissait moins le papier que le n° III, et que le n° II ne le rougissait pas sensiblement. Quant au n° IV, il ne donnait aucun signe d'acidité.

Avec les différentes eaux de gommes, telles qu'elles se sont présentées au bout de 20 jours et avec une dissolution de la même gomme fraîchement préparée et que je désignerai sous le n° V, j'ai épaissi les mêmes coupes de mordants que pour les essais précédents, c'est-à-dire avec l'acétate d'alumine et l'acétate de fer.

J'ai fait imprimer un échantillon et après 3 jours de repos j'ai fait passer en bouse à 75°, puis on a dégorgé et séché. J'ai obtenu différents résultats avec les diverses eaux de gommes, ainsi que je m'y attendais.

Le N° I a laissé de la roideur au tissu.
Le N° II point de roideur.
Le N° III beaucoup plus de roideur que le N° I.
Le N° IV aucune roideur.
Le N° V aucune roideur.

Enfin, j'ai traité par de l'alcool de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau de gomme fraîche comme j'avais fait avec de l'eau de gomme vieille et j'ai remarqué que pendant que celle-ci donnait de la roideur aux tissus, la gomme précipitée de la dissolution fraîche ne présentait pas le même inconvénient, d'où il suit que la gomme subit une modification pendant qu'elle fermente.

En résumant ce qui précède, je pense qu'on fera bien pour éviter en pratique l'inconvénient que présente la vieille eau de gomme fermentée :

1° De ne préparer que de petites provisions d'eau de gomme que l'on conservera dans un local frais.

2° De ne point laisser le dépôt dans la cuve, lorsqu'on veut préparer de nouvelle eau de gomme.

3° Dans le cas où on préparerait une grande provision d'eau de gomme, on peut éviter la fermentation en ajoutant 10 grammes de cristaux de soude par kilogr. de gomme; cette addition ne présentant aucun inconvénient pour les usages ordinaires.

4° On pourrait aussi faire subir une longue ébullition à l'eau gommée, mais ce moyen serait dispendieux.

5° On fera bien d'épaissir directement avec la gomme, c'est-à-dire de dissoudre directement la gomme dans les mordants ou dans les couleurs d'application, toutes les fois qu'on pourra le faire sans inconvénients.

Notice sur un nouveau procédé pour la fabrication des Acétates.

Par M. Maire.

Au commencement de l'année 1838, j'ai pris la suite des affaires d'une fabrique d'acétate plombique qui est établie à Strasbourg. Voici un aperçu du procédé qui était employé à cette époque dans cette fabrique, et que j'ai dû continuer pendant un certain temps.

On commençait par distiller le vinaigre pour le séparer des impuretés qu'il contient toujours ; ensuite on le saturait soit par la litharge, soit par le plomb métallique. La saturation terminée, on opérait la clarification, et lorsque la dissolution était devenue limpide, on la transportait dans les vases évaporatoires. Comme le sel de saturne est très-facilement décomposable par la chaleur, il fallait, pour en éviter autant que possible l'altération, conduire la vapeur avec beaucoup de lenteur ; elle durait plusieurs jours. Quand la concentration était parvenue au point convenable, on laissait de nouveau exposer pour décanter ensuite la partie claire qu'on faisait cristalliser. Le sel, ainsi obtenu, était rarement assez beau pour être livré à la consommation ; il fallait le soumettre à une deuxième cristallisation.

Cette manière d'opérer devait nécessairement donner naissance à de nombreuses eaux mères dont le traitement constituait la partie la plus longue et la plus épineuse de la fabrication. Elles étaient trop colorées pour qu'il fût possible de les faire rentrer dans une nouvelle opération, et elles nécessitaient toutes un travail spécial. Le sel que l'on en retirait devait subir plusieurs cristallisations successives, et enfin il en restait dans ces eaux mères une forte quantité qui était rendue incristallisable.

Si l'on tient compte de la nature altérable de l'acétate plombique et de toutes les causes de décomposition inhérentes à cette fabrication, on comprendra que celle-ci devait occasionner des pertes inévitables et incessantes. Elle conduisait à un autre inconvénient bien plus grave encore. Par ses nombreuses et continuelles manipulations de matières plombifères, elle exposait sans cesse les ouvriers aux atteintes de la maladie extrêmement douloureuse connue sous le nom de colique de plomb. Tous mes ouvriers en souffrirent, et mon établissement avait acquis sous ce rapport une si triste renommée, que je trouvais à peine de bons ouvriers, et que j'étais obligé de leur donner un salaire bien plus élevé que les industriels qui m'environnaient.

Il ne me fallut pas beaucoup de temps pour reconnaître tout ce qu'un semblable mode d'opérer avait de défectueux, tant sous le point de vue économique que sous le rapport de l'hygiène, et dès-lors je me proposai un but, le perfectionnement de la fabrication des acétates.

Voici le problème que je me suis posé.

Trouver le moyen par une simple distillation, à l'aide de l'oxide plombique et sans aucune des manipulations précitées, d'extraire complétement et instantanément l'acide acétique contenu dans sa dissolution, soit concentrée, soit étendue, en sorte que l'acétate résultant de l'action chimique fût parfaitement beau et qu'il se trouvât sans évaporation préalable dans les conditions de saturation et de concentration le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus convenable pour une bonne cristallisation.

La solution de ce problème devait nécessairement être représentée par un procédé exempt de pertes et débarrassé de toutes les manipulations pernicieuses à la santé des ouvriers. Après bien des recherches j'ai été conduit à la découverte d'un procédé bien simple et dont je vais donner une idée.

Je distille aussi le vinaigre, mais au lieu d'en condenser physiquement la vapeur par un courant d'eau froide, je la fais passer à travers une couche de litharge contenue dans une caisse. La combinaison de l'acide avec l'oxide est complète et immédiate. L'acide acétique reste dans l'appareil à l'état de combinaison ou d'acétate et la vapeur d'eau devenue libre se dégage et passe dans des vases à double fond où elle sert à des évaporations quelconques. Lorsque la combinaison liquide de l'oxide est devenue légèrement acide, ce dont il est bien facile de s'assurer, l'ouvrier à l'aide d'un robinet fait passer la vapeur de vinaigre dans une deuxième caisse préparée pour une nouvelle opération, de sorte que la fabrication est continue. Au bout de quelque temps la dissolution limpide et incolore comme de l'eau pure est dirigée dans les cristallisoirs. Le sel qu'on en retire est aussi beau qu'il est possible.

Comme on le voit, l'opération finit juste au moment où elle commence dans l'ancien procédé, c'est-à-dire lorsque le vinaigre est distillé.

Pour arriver à satisfaire complétement aux conditions du problème ci-dessus, il me restait encore à trouver le moyen de traiter les eaux mères sans astreindre les ouvriers à des manipulations dangereuses. Manufacturièrement la question était toute résolue, puisque l'opération pouvait être faite sans frais avec les vapeurs d'eau provenant de l'appareil; voici comment je parvins à éviter toute manipulation.

L'action chimique entre l'oxide et l'acide acétique est si complète, et l'évaporation tellement énergique que si l'on se bornait à mettre la litharge sèche en contact avec la vapeur acide, la dissolution se concentrerait au point qu'elle se prendrait en masse, même à une température assez élevée; il est donc indispensable de délayer cette base. La bonté des eaux mères me donna l'idée de les faire servir à cet usage; l'opération réussit parfaitement, mais j'avais encore à craindre que les eaux mères rentrant indéfiniment dans les opérations, ne finissent par colorer le sel; l'expérience m'a démontré que mes craintes n'étaient pas fondées, et depuis lors j'ai constamment opéré de la même manière. Il n'y a qu'une précaution à prendre, c'est de précipiter le cuivre qui accompagne toutes les litharges du commerce et qui se dissout en même temps que cet oxide; on y parvient en introduisant quelques lames de plomb dans l'appareil.

D'après ces détails, je crois être autorisé à dire que le problème ci-dessus est entièrement résolu par mon procédé : en effet,

L'eau est si bien séparée de l'acide qu'elle reste neutre aux réactifs les plus sensibles.

On peut à volonté et sans aucune évaporation préalable donner à la dissolution telle concentration que l'on juge convenable.

Le sel est parfaitement beau.

Le traitement des eaux mères se fait dans l'appareil même sans aucune manipulation spéciale.

Les ouvriers, pendant toute la durée de l'opération, ne sont astreints à aucune manipulation dangereuse.

Le travail étant infiniment plus simple que par l'ancien procédé il s'ensuit que le nombre des ouvriers est considérablement réduit. Autrefois quatre hommes suffisaient à peine pour produire 100 kilogr. de sel par jour, aujourd'hui il n'en faut que deux pour une fabrication journalière de 300 kil.; je pourrais même aller à 500 kilog. si j'en éprouvais le besoin.

Je ferai encore observer que le procédé s'applique également bien à la fabrication de tous les acétates et notamment à celle de l'acétate cuivrique, laquelle se trouve aussi soustraite ainsi aux dangers qu'elle présentait.

Je ne m'étendrai pas sur les avantages pécuniaires attachés à mon procédé, mais je pense avoir démontré combien il l'emporte sur l'ancienne manière d'opérer sous le rapport si important de la salubrité. J'ai dit qu'autrefois tous mes ouvriers étaient attaqués cruellement par la colique de plomb, et aujourd'hui je puis démontrer que les deux hommes que j'emploie depuis près de six ans à ma nouvelle fabrication n'en ont jamais éprouvé la moindre atteinte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Note sur le flint-glass et le crown-glass fabriqués à la verrerie de Choisy-le-Roi.

Par M. Bontemps.

Le 27 janvier 1840, j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie des sciences (voir *le Technologiste*, 1re année, p. 256) un mémoire sur la fabrication du flint-glass et du crown-glass ; j'annonçais qu'après plusieurs années de travaux, je pensais avoir résolu toutes les difficultés de cette fabrication, et que j'étais prêt à fournir aux opticiens des disques de flint-glass et de crown-glass de 40, 50 et même 60 centimètres de diamètre.

Depuis quatre ans, cette fabrication n'est pas restée stationnaire entre mes mains ; toutes les opérations ont pris un degré de certitude et de régularité qui ne laissent plus jamais de doute sur le succès d'une fonte de flint-glass ou de crown-glass. Les vingt-deux fontes que j'ai faites en 1843 ont toutes réussi, et ont produit 4,000 kilogrammes de flint-glass et crown-glass que j'ai livrés aux opticiens. Les demandes qui me sont faites pour la France, l'Angleterre et l'Allemagne, et auxquelles j'étais loin de pouvoir suffire avec un four, m'ont déterminé à établir un four de plus pour cette fabrication, et porteront à 8,000 kilogrammes environ le produit de l'année 1844.

Je présenterai à l'exposition des produits de l'industrie qui se prépare des disques de flint-glass et de crown-glass de dimensions de beaucoup supérieures à tout ce qui a jamais été fait ; mais le jury ne peut, pendant les deux mois que dure l'exposition, se livrer à des travaux d'expériences de la nature de celles qu'exige l'examen de cette matière : à tous égards, d'ailleurs, je désire que les travaux de la commission de l'Académie précèdent, s'il est possible, le rapport qui sera fait sur l'exposition. Il est en outre plusieurs points sur lesquels l'autorité des décisions de cette commission doit fixer plusieurs incertitudes des opticiens. Ainsi, par exemple, quelques opticiens semblent préférer que le flint-glass ait une teinte légèrement jaune ; d'autre part, presque tous recommandent de ne pas faire le crown-glass blanc : le crown-glass verdâtre corrige mieux, disent-ils, l'aberration de réfrangibilité, et donne plus de netteté aux images. Jusqu'à ce que l'Académie ait sanctionné cette assertion, je croirai qu'à travers du flint et du crown blanc, il y a moins de perte de lumière, et que l'achromatisme doit être produit d'une manière complète si les courbes ont été bien calculées. Cependant, si MM. les commissaires de l'Académie jugent aussi qu'il faut fabriquer des produits moins parfaits, c'est-à-dire moins blancs, je m'y conformerai d'autant plus facilement. Il n'y a que pour les daguerréotypes que les opticiens ont tenu à avoir des matières blanches ; mais s'il faut des matières blanches pour cet instrument si délicat, si précis, ne doit-il pas en être de même pour les lunettes ?

Quelques opticiens m'ont dit aussi que certain crown-glass que je leur avais fourni était parfaitement pur, mais trop léger ; j'aurais cru que cette faible densité rendait encore plus facile la correction des aberrations. Cette question se complique de la différence des pouvoirs dispersifs dans des matières ayant même densité, et mérite, je pense, aussi d'être examinée par la commission appelée à éclairer les travaux des opticiens.

MM. les commissaires pourront d'autant plus facilement se livrer à l'examen de mon travail, que tous les mois je fais deux fontes à deux fours, et qu'ainsi je fais à la fois ou deux fontes de flint-glass, ou une fonte de flint-glass et une fonte de crown-glass, ou deux fontes de crown-glass. Je pourrai varier les compositions suivant les indications de ces messieurs et les expériences auxquelles ils désireront se livrer sur les changements qu'amènent les différences de composition dans la réfraction et la dispersion des verres. Je ferai connaître les modifications que l'expérience m'a conduit à faire dans les opérations de la fonte du flint-glass et du crown-glass dont j'avais donné la description dans mon mémoire en 1840, car il importe que la fabrication d'un produit si utile à la science ne soit plus exposée à rentrer dans les voies d'essais : cette considération doit l'emporter sur des motifs d'intérêt personnel.

Pour montrer dès aujourd'hui des échantillons de ma fabrication, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie :

Un disque de flint-glass de 30 centimètres de diamètre ;

Trois disques de crown-glass de 38 centimètres de diamètre ;

Un disque de flint-glass de 41 centimètres de diamètre ;

Un disque de flint-glass de 50 centimètres de diamètre.

L'un de ces disques de crown-glass de 38 centimètres a été poli dans les ateliers de M. Lerebours ; les autres ont été travaillés dans les ateliers de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Buron, de qui j'ai tout à fait approuvé le conseil de ne livrer de grands disques qu'après avoir préalablement poli les deux grandes surfaces, ce qui permet de juger bien plus sûrement la matière qu'au moyen des facettes sur la tranche du disque qui, quelque multipliées qu'elles soient, peuvent laisser encore échapper des défauts importants qui ne se trouvent pas dans les axes des facettes ; ce polissage se fait du reste très-facilement par les moyens mécaniques dont dispose M. Buron. J'ai préparé d'autres disques de flint-glass et de crown-glass de 53 centimètres de diamètre dont j'ai pu apprécier la limpidité avant de les ramollir, mais qui ne sont pas encore polis, et dont MM. les commissaires rendront compte à l'Académie. Dans de telles dimensions, j'espère que la pureté des matières, jointe au travail habile de nos opticiens, pourront produire des instruments dioptriques d'un effet plus sûr que celui des gigantesques télescopes à miroir d'une construction et d'une conservation si délicates.

Je prends la liberté de présenter aussi à l'Académie une série d'échantillons des verres de couleur employés dans les instruments d'astronomie et de photographie, pour qu'il soit constaté que l'on trouve à la verrerie de Choisy-le-Roi tous les verres qui peuvent être utiles dans ces divers instruments.

Analyse des vins du département de la Gironde.

M. Fauré, pharmacien à Bordeaux, auquel on doit déjà plusieurs travaux estimables de chimie appliquée, a entrepris depuis quelque temps une analyse chimique et comparée des vins du département de la Gironde. Ce travail fait connaître les proportions exactes d'alcool, de tannin, de matière colorante, d'œnanthine et de sels végétaux et minéraux contenus dans les vins rouges et les vins blancs de plus de 200 localités du département. Parmi ces divers éléments constitutifs du vin il en est deux qui avaient jusqu'ici échappé à l'analyse et que les recherches de M. Fauré l'ont mis à même de recueillir. L'un, qu'il a nommé *œnanthine*, paraît être le principe particulier qui donne aux vins l'onctuosité, le moelleux, le velouté qui distinguent d'une manière si agréables les grands vins du Médoc. L'autre, le tartrate de fer, se trouve dans tous les vins de la Gironde en quantités diverses il est vrai, mais toujours en proportions très-appréciables. La présence d'un sel ferrugineux dans les vins de Bordeaux est un fait très-remarquable; c'est sans doute à lui qu'est due la réputation que ces vins ont depuis si longtemps acquise en médecine comme étant les plus propres à fortifier les enfants, les vieillards et les convalescents.

Les réactifs propres à faire distinguer la matière colorante du vin, des matières colorantes factices que la fraude emploie pour colorer les vins, ne présentent pas toujours des résultats certains ; les recherches de M. Fauré l'ont mis à même d'établir que la gélatine offre des réactions plus sûres et plus faciles à constater que tout ce qui a été proposé jusqu'ici par la propriété qu'elle a de précipiter la matière colorante du vin et de laisser à peu près intactes toutes les autres.

Enfin M. Fauré est arrivé en ce qui concerne les vins de la Gironde à résoudre si non complétement du moins à rendre bien plus facile le problème dont on cherchait depuis si longtemps la solution, de pouvoir dévoiler les mille fraudes que la cupidité enfante au grand dommage du commerce honnête et probe et des ntérêts des propriétaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Perfectionnements apportés dans les machines à préparer, boudiner, filer et renvider les matières textiles,

Par M. M.-J. Roberts.

J'ai basé l'invention que je vais faire connaître sur le principe de la résistance que l'air oppose à un corps en mouvement au lieu de faire usage, comme d'habitude, du frottement et de l'adhérence des surfaces. Je me suis proposé, au moyen de cette modification apportée au système adopté généralement, d'opérer un tirage uniforme et ferme qui m'a paru essentiel pour la bonne exécution de la préparation et du renvidage, ainsi que de la filature et du renvidage de la laine, du coton, du lin, du chanvre et autres matières filamenteuses. Je crois être parvenu, en raison du caractère particulier de ce mode de tirage, à exécuter cette opération avec une célérité beaucoup plus grande qu'on ne l'a généralement pratiqué jusqu'à ce jour, à la faire avec plus d'économie dans la matière qu'on travaille, ainsi qu'à renvider le boudin ou le fil sur la bobine avec une uniformité dans la tension plus parfaite, qu'on ne peut l'obtenir à l'aide du tirage dû au frottement ou à l'adhérence des surfaces.

Pour arriver au but que je me suis proposé, j'ai dû adopter certaines dispositions ou arrangements dans les ailettes et les broches, au moyen desquels on peut diminuer l'inertie de l'ailette ainsi que le frottement qui a lieu sur ses points d'appui, ou du moins l'atténuer à tel point, que la résistance de l'atmosphère puisse agir comme force retardatrice et régulatrice.

Les moyens actuellement employés pour obtenir le tirage, par voie de frottement ou d'ahérence des surfaces, sont trop bien connus de toutes les personnes qui s'occupent de filature pour exiger une description détaillée; néanmoins nous dirons un mot à ce sujet.

Lorsqu'on emploie une broche mobile, l'ailette fixée à la broche ainsi que la bobine supportée par le chariot des bobines, tournant avec cette broche par la légère adhérence ou le frottement entre celle-ci et la bobine, frottement appliqué à la bobine par un disque de matière élastique ou métal mou, placé entre les barres de bobinage et le chariot à bobine, il n'est pas rare de compter uniquement sur cette disposition pour produire la diminution de vitesse de la bobine ou la différence de chemin à parcourir entre la broche et la bobine, d'où descend le renvidage des fils sur la bobine sous une tension convenable.

Dans d'autres cas le frottement est appliqué à la bobine au moyen d'une corde tendue qui enveloppe son embase, ainsi que cela s'observe ordinairement dans la filature du lin. Lorsqu'on emploie ainsi une broche fixe ou morte et une ailette mobile, on opère le tirage au moyen du frottement ou de l'adhérence de l'ailette, ou du frottement sur la bobine, l'ailette marchant avec une certaine vitesse. Dans ce cas, ainsi que d'autres encore, sur lesquels il n'est pas nécessaire d'insister en particulier, on a eu recours au frottement et à l'adhérence des surfaces frottantes pour obtenir le tirage nécessaire, et on conçoit après un mûr examen de ces divers modes combien ce tirage doit dépendre des nombreuses variations auxquelles peuvent être exposées ces surfaces ainsi que les résistances.

Par fois le mouvement différentiel pour renvider les fils sur la bobine est obtenu par un engrenage, ce qui procure le mouvement différentiel précis dont on a besoin entre la bobine et l'ailette; dans ce cas et autres semblables on n'a plus recours au frottement, comme précédemment, pour obtenir le tirage, ce qui est assurément préférable, mais aussi est sujet à d'autres objections.

On voit donc, en dernière analyse, que tous les moyens dont il vient d'être question sont défectueux ou ont des inconvénients; ceux où l'on a recours au frottement et à l'adhérence des surfaces, sont difficiles à régler et sujets à des variations considérables; tandis que ceux à engrenages sont compliqués, et, d'ailleurs, très-dispendieux; c'est en prenant ces défauts en considération que j'ai cherché à découvrir un système propre à remplir d'une manière plus efficace le but que je m'étais proposé.

Dans mon système il faut faire les ailettes aussi légères qu'il est possible et leur donner toute la liberté d'action convenable sur leurs points d'appui, de façon que la résistance sur ces points soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réduite à un minimum tel qu'on puisse complétement la négliger comparativement à la résistance de l'air sur les branches de l'ailette lorsqu'elle se meut avec la grande vitesse sous laquelle on la fait fonctionner. Cette réduction de poids dans les ailettes doit porter principalement sur les bras auxquels il ne faut donner que la force rigoureusement nécessaire, attendu que le moment d'inertie, d'ailettes qui circulent avec une même rapidité, dépend du poids de ses bras et de la distance moyenne de ce poids à l'axe de rotation. Si le mouvement des bobines vient à être subitement suspendu, on conçoit que la force vive, qui emporte les ailettes, doit alors les faire devancer les bobines, les faire tourner encore quand celles-ci sont déjà en repos, et, par conséquent, brouiller les fils qu'on travaille.

La résistance qu'on emprunte à l'air dépend des trois conditions suivantes : 1° de la surface ou aire des bras de l'ailette ; 2° de la distance moyenne à laquelle cette aire tourne autour de l'axe de rotation ; 3° de la vitesse angulaire de l'ailette. Il en résulte que pour une vitesse angulaire donnée, on obtiendra et on réglera la résistance dont on a besoin, en modifiant, soit l'aire des bras, soit leur masse, soit la distance moyenne à laquelle ils tournent autour de l'axe de rotation.

Je vais décrire maintenant les dispositions que j'ai cru devoir adopter pour réaliser les améliorations que je me suis proposées à l'aide des diverses figures où elles se trouvent représentées.

S,S, fig. 5, pl. 57, est une broche soutenue à la manière ordinaire par ses barres *r* et *b* ; cette broche est mise en mouvement par une corde passant sur l'esquive *w*, et son extrémité se termine par une tige pointue d'acier trempé, destinée à servir de point d'appui à la douille de l'ailette *t*, ainsi qu'on le décrira plus bas. L'ailette qu'on voit dans les fig. 7, 8 et 10 est de la forme de celle dont je me sers pour trame, n° 28 anglais, et où la broche fait 3,000 révolutions par minute. Elle est en buis et aussi mince qu'on peut la faire sans diminuer la force, c'est-à-dire 1 millimètre et 1/2 d'épaisseur ; ses yeux sont garnis de grains d'acier ou de verre pour empêcher que le fil ne coupe le bois pendant le travail. Sur la tête de cette ailette est une douille close par un cylindre d'acier ou de laiton *g* pointé au centre pour recevoir l'extrémité conique de la broche. Les bords de la douille, à sa partie inférieure, sont dressés au tour pour s'adapter exactement sur le collet de la broche, ainsi qu'on le voit en coupe fig. 7, de façon que, quand l'ailette est placée sur la broche, elle puisse tourner avec toute la liberté possible.

La portion supérieure de la broche (voy. fig. 6) sur laquelle monte et descend la bobine pendant qu'elle est mue par la barre du mouvement alternatif *d* est carrée, ou de toute autre figure, pour permettre à un siége *f*, percé au centre d'un trou (voy. fig. 9) de même forme, de glisser longitudinalement sur la broche, et, cependant, d'être entraîné par elle dans le mouvement de rotation de celle-ci. Ce siége a pour objet de porter la bobine qui s'y trouve assujettie par une cheville ou tout autre moyen. Il résulte de cette disposition que la bobine peut être entraînée dans le mouvement de révolution de la broche et en même temps participer au mouvement d'ascension et de descente verticale que lui imprime comme à l'ordinaire le chariot des bobines *d* afin de disposer régulièrement le boudin, ruban ou fil sur toute l'étendue de la surface de la bobine.

Au lieu d'équarrir la broche, on peut pratiquer dans son épaisseur une cavité ou une mortaise *c,c* (fig. 5 et 7) présentant l'étendue suffisante à l'action du mouvement alternatif. Le siége (fig. 12) sur lequel repose alors la bobine, porte une petite saillie qui s'ajuste dans la mortaise et sert en même temps à l'entraîner dans la révolution de la broche et de guide dans son mouvement alternatif.

Lorsque la broche est placée sur les points d'appui et qu'on la fait tourner, l'ailette devrait être entraînée par elle avec la même vitesse, si elle ne se trouvait pas retardée par la résistance que l'air fait éprouver à ses bras. Ce retard est proportionnel à la différence entre la résistance de l'air et celle due au frottement et à l'adhérence, dans les points d'appui de l'ailette et la pointe de la broche ; et comme la résistance due au frottement est constante, le retard peut être ajusté avec la plus rigoureuse exactitude en modifiant la surface ou l'aire des bras à la moyenne distance de cette aire, à l'axe de rotation.

Les fibres de la matière sur laquelle on opère, après avoir quitté les rouleaux lamineurs, passent par l'œil de l'ailette pour s'enrouler sur la bobine ; la différence entre la vitesse de la bobine qui se meut avec la même vitesse que la broche qui l'entraîne et celle de l'ailette produit l'envidage de ces fibres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec la tension convenable. Dans ce cas, la résistance de l'air diminuée du frottement sur les points d'appui de l'ailette, opère l'envidage avec le tirage convenable, et il est évident que le frottement étant réduit à son minimum, le tirage emprunté à la résistance de l'air sera sous sa dépendance.

Au lieu de supporter l'ailette, ainsi que le montre la fig. 7, et que je viens de le décrire, je préfère enfiler sur la tête de cette ailette la tige *h* (fig. 10 et 11) qui peut jouer librement dans un trou cylindrique, foré dans la partie supérieure de la broche, ainsi qu'on le voit au pointillé dans les fig. 5, 6 et 8; cette tige *h* est en acier et d'environ 1 millimètre plus longue que le trou foré dans la broche; elle est tournée conique par son extrémité, pour rouler avec précision sur le fond du trou et son collet ajusté avec soin sur l'ouverture de celui-ci, de façon que l'ailette portée par cette tige tourne dans le trou avec le moins de frottement qu'il est possible.

Je ferai remarquer que ce dernier mode de porter l'ailette est préférable à l'autre à cause de la plus grande fermeté du mouvement sous de grandes vitesses.

J'ai déjà dit que l'ailette doit être faite aussi légère qu'il est possible, eu égard à sa force, pour éviter qu'elle n'acquière un trop grand moment d'inertie ou une plus grande force vive, attendu que, dans ce cas, elle devancerait la bobine s'il arrivait que, soit cette bobine, soit la broche, se trouvent par accident, ou autrement arrêtées dans leurs mouvements de rotation; ce qui brouillerait et peloterait le fil. Pour surcroît de précaution contre cette avance de l'ailette sur le bobinage et pour éviter le brouillement et ce pelotonnement lorsqu'on arrête la machine, je place sur l'arbre moteur un petit volant qui entretient le mouvement de la machine lorsque la courroie vient à être rejetée sur la poulie folle et ne lui permet que d'arriver ainsi graduellement au repos et à mesure que la force d'impulsion de ce volant s'éteint.

Le principe sur lequel mon mode de tirage est fondé, étant bien compris, on aperçoit aisément que plus l'aire ou surface des bras aura d'étendue, plus aussi sera grande la résistance où le tirage, la vitesse de rotation restant la même. Dans le cas où on voudrait conserver une même surface aux bras, on peut obtenir un tirage plus grand en éloignant ces bras l'un de l'autre, car en agissant ainsi, on augmente la vitesse linéaire de ceux-ci dans l'espace et la résistance du tirage se trouve accrue dans le même rapport. Dans celui où on veut tout à la fois conserver le même aire au bras et la même distance entre eux, alors on peut augmenter ou diminuer le tirage, en modifiant la vitesse avec laquelle tourne la broche; car plus cette vitesse est grande, plus ce tirage est considérable, et réciproquement. Tout cela étant bien compris, nous ne pensons pas qu'on puisse être arrêté maintenant dans la pratique pour l'application de ce nouveau procédé.

Le modèle de l'ailette représentée dans les fig. 7, 8 et 10, est, comme je l'ai dit, celui qui s'emploie pour la filature de la trame, n° 28 anglais, avec une vitesse de 3,000 tours par minute sur un throstle. Si on file un numéro plus fin et qui exige moins de tirage, on réduit l'aire des bras de l'ailette jusqu'à ce qu'on ait obtenu le tirage requis, et si on veut marcher avec une plus grande vitesse, on diminue l'aire de cette ailette où la distance entre ses bras jusqu'à ce qu'on arrive au point précis.

Il est bien évident que l'ajustement exact dépend des circonstances particulières où veut se placer le filateur ou le manufacturier.

L'ailette représentée dans la fig. 11 a la forme de celle dont je me sers pour filer le même fil que ci-dessus, c'est-à-dire la trame n° 28 anglais, au taux de 5,000 révolutions par minute. Dans ce cas les ailettes sont en acier aussi mince qu'il est possible; attendu que le bois, sous des dimensions aussi réduites, ne conserverait pas ses formes par suite des effets de la force centrifuge sous des vitesses aussi considérables.

Je ferai remarquer que, comme la longueur des ailettes dépend de celle des bobines employées, il sera plus convenable en général de faire les ajustements en augmentant ou diminuant la surface ou l'aire des bras, ou la vitesse avec laquelle ils circulent, au lieu d'altérer la moyenne distance de cette aire au centre de rotation. Dans les boudinages j'emploie des ailettes avec bras de forme tubulaire d'environ 22 millimètres de diamètre et $0^{m}.225$ de longueur en bois ou en étain mince aussi légères que possible.

J'ai jusqu'à présent présenté mon invention comme simplement applicable aux broches tournantes, mais on peut l'appliquer aussi à certains travaux tels que le tirage, la préparation et le bou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dinage, tant de la laine que du lin, où les broches sont immobiles ; en supportant l'ailette par l'une des manières indiquées ci-dessus. Mais comme, dans ce cas, la résistance, c'est-à-dire le frottement ou l'adhérence, qui a lieu au point d'appui de l'ailette, s'ajoute à la résistance de l'air au lieu d'être soustraite de cette même résistance, ainsi que cela a lieu dans le cas d'une broche tournante, je ne recommanderai pas cette combinaison pour le travail des numéros élevés. Néanmoins, dans ce cas, toutes les fois que la résistance des points d'appui à la rotation de l'ailette est peu considérable en comparaison de celle de l'air, le tirage nécessaire peut de même s'obtenir et se régulariser par le moyen de la résistance de l'air et remplacer celui dû au frottement des surfaces en contact.

Graisseur ou lubréficateur mécanique.

Par M. T. Thilwall, constructeur.

Ce graisseur consiste tout simplement à appliquer au couvercle des cylindres des machines à vapeur ou autres appareils une boîte ou réservoir à huile ou autres matières grasses pour graisser et lubréfier la tige des pistons de ces cylindres.

La fig. 13, pl. 57, représente en coupe une portion de cylindre à vapeur avec son couvercle et la boîte à huile qui se trouve établie dessus. Cette boîte peut être venue de fonte avec le couvercle, ou bien y être fixée par des boulons.

a,*a* est le cylindre, *b* sa tige, *c* le couvercle, *d* la boîte qu'on remplit et alimente d'huile par l'entonnoir *e*, *f* un collier ou canon creux qui embrasse la tige du piston, et qui porte sur sa surface convexe des trous ou des ouvertures par lesquelles l'huile peut pénétrer librement. Ce collier est maintenu dans un état fixe par la boîte à étoupes *g*,*g*, *h* est le couvercle du graisseur, et *i* un robinet qu'on emploie quand il s'agit de nettoyer la boîte.

Horloges galvaniques.

Par le docteur Steinheil.

Un courant galvanique qu'on fait circuler dans un anneau de métal fermé possède, comme on sait, la propriété, non-seulement de dévier les aiguilles magnétiques qu'on place dans son voisinage, de leur position d'équilibre, mais de plus de transformer le fer doux en aimant, c'est-à-dire de former ce qu'on appelle des éléments électriques ou des électro-aimants. Quand on renverse la direction suivant laquelle le courant galvanique circule dans l'anneau métallique, alors la déviation de l'aiguille aimantée s'opère dans une direction opposée, et l'aimant électrique change de pôle. Ce changement constitue, comme on voit, une force mécanique momentanée qui a pour résultat un mouvement, et à laquelle on peut par conséquent, comme à toute autre force mécanique, donner diverses applications techniques.

On a déjà tenté en effet de faire des applications de cette force. M. Jacobi, de Saint-Pétersbourg, M. Botto, à Turin, etc., ont établi des machines électro-magnétiques industrielles depuis la force d'un cheval jusqu'à celle de plusieurs chevaux. D'un autre côté, il n'est personne qui ignore aujourd'hui qu'on s'en est servi comme moyen de communication à de grandes distances, et l'on sait que MM. Morse, Wheatstone, Gauss et Steinhiel ont établi des télégraphes électro-magnétiques en usage actuellement sur quelques chemins de fer.

De ces diverses applications, il n'y a qu'un pas à celle qui a pour objet de faire servir le renversement dans la direction du courant galvanique au mouvement des ancres d'échappement des horloges, et par conséquent de faire marcher ainsi simultanément, au moyen d'un courant galvanique, un certain nombre d'horloges sans employer ni poids ni ressorts, et enfin, au lieu de régler toutes ces horloges par autant de pendules distincts, de régulariser leur marche par un pendule unique.

Cette disposition doit être utile surtout dans les villes, ou bien dans les administrations et les grands établissements, où il est souvent impossible que tout le monde possède à la fois une indication du temps parfaitement identique.

Jusqu'à ce jour M. Steinheil, inventeur de cette nouvelle application, n'avait publié à ce sujet que quelques aperçus généraux sur son mode d'exécution ; mais tout récemment il a donné plus de développement et de publicité à son invention, et en a décrit les conditions et les moyens d'exécution. C'est à la description qu'il a publiée lui-même que nous allons emprunter ce que nous allons en dire.

Qu'on se figure un fil en cuivre d'une longueur quelconque servant à établir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la communication entre les pôles d'une batterie constante de Daniell. On sait, dans ce cas, que le fil sera parcouru par un courant galvanique. Si on fait faire à une portion de ce fil plusieurs tours sur un cylindre de fer doux isolé, on aura ainsi un aimant magnétique. Si on enroule une portion de ce même fil sous forme de multiplicateur, un barreau magnétique placé au milieu de ce fil enroulé se trouvera dévié de sa position normale. Or si nous imaginons qu'on ait introduit aussi en quelque point de l'étendue de ce même fil l'instrument de M. Gauss, qu'on appelle un gyrotrope ou commutateur, on pourra, à chaque instant, interrompre le courant, le renverser et le conduire tantôt dans une direction, tantôt dans une autre à travers le fil conducteur. Pour cela, il suffira de faire basculer le plateau de l'instrument et de l'incliner dans un sens opposé à celui où il était auparavant.

Si l'on admet maintenant que le gyrotrope se trouve placé bien exactement au-dessous du pendule d'une horloge à compensation qui indique diverses subdivisions du temps, et à une hauteur telle que le pendule ne puisse osciller sans faire en même temps basculer le plateau du gyrotrope du côté où s'opère l'oscillation, il sera facile de concevoir dans cette supposition que l'horloge à chaque battement de la seconde opérera un changement dans la direction suivant laquelle marche le courant galvanique, et par conséquent que dans tous les points où le fil forme des multiplicateurs autour des barreaux magnétiques, il y aura renversement suivant une direction opposée. Ce renversement, comme on le devine aisément, suffit pour faire marcher une aiguille sur les divisions en secondes d'un cadran, si le barreau magnétique se trouve en rapport avec l'ancre du système des aiguilles indicatrices. Telle est dans son ensemble l'idée qui a servi de base aux horloges galvaniques de l'auteur.

On pourrait certainement faire varier à l'infini les dispositions précédentes, mais on y gagnerait peu, car d'un côté on compliquerait l'appareil, et de l'autre il y aurait perte de force.

Une des combinaisons les plus commodes à donner à l'appareil serait celle où l'on n'emploierait plus le pendule, même à la commutation du courant, mais où on se servirait d'une roue à cheville en prise avec un système d'échappement, lequel opérerait cette commutation à chaque seconde. On aurait ainsi l'avantage que ce serait le mouvement même de l'horloge qui produirait ce changement, et que la marche de l'horloge, ou plutôt du pendule, n'éprouverait aucun obstacle. En effet, comme la force qui est nécessaire pour manœuvrer et faire fonctionner le commutateur est d'une excessive petitesse, et en outre s'exerce constamment dans une direction perpendiculaire à la longueur du pendule, on comprend qu'on n'aurait guère à redouter ainsi d'influence bien sensible sur la marche de l'horloge.

Il conviendrait aussi d'apporter une autre modification dans le mouvement de l'ancre, si on avait besoin d'une force un peu considérable pour mettre les aiguilles en mouvement, comme par exemple, si on se servait d'aiguilles de grande dimension. Dans ce cas, il ne faudrait plus avoir recours à la déviation d'un barreau magnétique pour produire le mouvement de cette ancre, mais pourvoir celui-ci d'un levier horizontal semblable au fléau d'une balance qui porterait à ses deux extrémités deux barreaux magnétiques en acier disposés horizontalement, et opérant alternativement la fermeture de l'aimant électrique en fer à cheval.

Un perfectionnement relativement à la force, et également intéressant à cause de sa simplicité, serait celui où au lieu de produire le courant galvanique à l'aide d'une batterie de Daniell, on se servirait pour cet objet de l'induction. Dans ce cas, on n'aurait pas même besoin d'un commutateur. Au lieu de cet instrument, une portion de l'anneau de fil, qui forme le circuit entier, serait enroulée sur le cylindre inducteur ; on fixerait horizontalement au pendule de l'horloge un fort barreau magnétique, de façon que lors des oscillations du pendule, il y ait induction dans le cylindre toutes fois qu'on le ferait sortir ou rentrer dans le paquet ou la spirale du fil. Toutefois, ce courant ne pourrait servir à mettre en mouvement que de petites aiguilles, attendu que le courant d'induction serait extrêmement faible comparativement au courant hydro-galvanique, et ne suffirait pas pour donner de forts aimants électriques.

Ainsi donc la disposition qui a été décrite précédemment, quoiqu'elle ne soit pas la seule praticable, paraît être la plus convenable au but qu'on s'est proposé ici, et c'est celle par conséquent pour laquelle il convient d'entrer dans des détails plus étendus.

L'appareil se compose jusqu'à présent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des pièces que voici : 1° le fil conducteur ou circuit ; 2° la batterie de Daniell ; 3° le gyrotrope ou commutateur avec l'horloge principale ; 4° enfin le mécanisme des aiguilles qui doivent reproduire les mouvements de celles de l'horloge principale.

1. *Fil conducteur*. Ce conducteur consiste essentiellement en un fil de cuivre dont le diamètre se règle sur sa longueur. D'un autre côté, cette longueur s'établit d'après le nombre de maisons, ou plutôt des horloges qui doivent être mises en marche, ainsi que suivant leur distance. M. Steinheil ne croit pas qu'il soit avantageux d'indiquer le temps ou l'heure dans plus de cent maisons à partir du point central. Dans ce cas, le fil, en ne comptant que 40 mètres par maison, aurait 3000 mètres de développement, et pour un conducteur de cette longueur, un diamètre de 2 1/2 millimètres paraît suffisant. Naturellement on aura d'autant plus de force que le conducteur aura un diamètre plus considérable, mais sous un certain rapport il serait plus avantageux de donner plus d'énergie à la batterie. Toutes les fois qu'on obtiendra un même effet, aux moindres frais possibles, on aura atteint la combinaison la plus avantageuse ; mais il est impossible de rien préciser à cet égard, parce que tout dépend du prix du cuivre, du sulfate de ce métal, de l'acide sulfurique, etc. Toutefois on peut dire qu'entre le circuit et la batterie on a obtenu l'effet dynamique le plus avantageux, lorsque la résistance de la batterie est la même que celle qui a lieu dans tout le circuit conducteur. Les dimensions absolues doivent du reste être constamment choisies suivant la proportion des effets qu'il s'agit de produire, et s'établissent en particulier d'après les dimensions des aiguilles qu'on veut mettre en mouvement.

Une chose très-avantageuse à observer, c'est que le fil de cuivre qui constitue le circuit soit isolé. Cette condition n'est pas absolument indispensable lorsqu'on le conduit sur du bois à l'intérieur des habitations, mais la commodité qu'on a aussi de le conduire partout où l'on veut, à travers la terre, les murs, etc., sans faire aucune déperdition de la force, équivaut bien sans nul doute, aux frais qu'on fait pour cela. Ce qu'il y a de mieux pour isoler ce conducteur, est de rouler autour un fil de caoutchouc, et on obtient également un bon résultat en passant le cuivre élevé à une certaine température dans la cire à cacheter fondue, de manière à ce qu'il se recouvre sur toute la surface d'une couche mince de vernis.

On peut conduire ce fil principal, ainsi disposé, le long des rues, à toutes les maisons qui entrent dans un même système, soit en le plongeant dans la maçonnerie, soit en le faisant passer sous les murs et les planchers. Mais dans tous les cas il faut qu'il soit à l'abri de toute altération ou détérioration quelconque. De ce conducteur principal partent les conducteurs secondaires ou partiels, qui dans chaque maison sont disposés pour conduire les aiguilles qu'il s'agit de faire marcher. Si on veut faire passer le conducteur d'un côté de la maison à l'autre, on peut comme la corde qui soutient les lanternes le suspendre en l'air, ou bien le faire circuler sous le parquet ou les dalles dans un canal rectangulaire en maçonnerie, de façon que le fil ne touche pas le sol ou le plancher, mais qu'il soit libre et suspendu dans le conduit. Ensuite, de même qu'on le fait passer d'un côté de la maison à l'autre on peut le ramener autant de fois qu'on veut vers le côté d'où il était parti.

2. *Batterie constante de Daniell*. La disposition de cette pièce est facile à imaginer. Plus les vaisseaux ont de capacité et plus le nombre que l'on combine en est grand, plus aussi est grande la force dont on peut disposer. Le nombre des couples se détermine, ainsi qu'il a été dit, d'après la longueur et le diamètre du fil conducteur. Il est facile de maintenir les batteries dans un état constant de force en les alimentant de temps à autre avec de nouveau sulfate de cuivre en y versant fréquemment un peu d'acide sulfurique. Plus sera énergique le courant qu'on emploiera, plus la marche de toutes les horloges présentera d'exactitude et de régularité, attendu que dans ce cas tous les petits obstacles provenant de la rouille, de la malpropreté, etc., qui pourraient entraver les aiguilles seront facilement surmontés et qu'on pourra en outre faire mouvoir un système d'aiguilles d'une plus grande masse.

Toutes les fois qu'on pourra se procurer des vases en argile pour y placer les plaques en zinc amalgamé, il faudra leur donner la préférence à cause de leur propreté ; néanmoins il faut dire qu'on obtient une action plus énergique avec des intestins de bœuf. Des sacs de toile double à voile ou de celle dont on fait des tuyaux à incendie et des seaux, méritent aussi d'être recom-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mandés à cause de leur durée et de leur bas prix.

L'entretien de la batterie doit naturellement être l'objet d'un soin tout particulier, parce que les horloges s'arrêteraient si l'effet de celle-ci venait à être suspendu. Pour que ce cas ne se présente pas il convient d'établir une disposition particulière. Lorsqu'il n'y a qu'un seul fil conducteur principal il faut une batterie de rechange qu'on fait fonctionner jusqu'à ce que la première soit remise en état. Quand on a plusieurs fils conducteurs principaux, ainsi que cela doit arriver dans les grandes villes pour lesquelles cette disposition convient particulièrement, alors il faut lorsqu'une batterie cesse de fonctionner marcher avec celle voisine, ou avoir une batterie de rechange qui sert pour toutes et accomplit le travail de celle qui a besoin de réparation jusqu'à ce qu'elle soit remise en état.

3. *Gyrotrope ou commutateur et horloge principale.* La batterie doit toujours être placée dans le même local que ces deux pièces. L'horloge principale est, ainsi qu'il a été déja dit, une bonne horloge à pendule, capable de donner l'heure exacte à une seconde près. Une horloge moins bonne n'aurait d'autre inconvénient que d'obliger à la régler plus souvent sur le soleil. Dans les grandes villes une seule bonne horloge suffit, même quand un grand nombre de conducteurs spéciaux distribueraient l'heure dans les divers quartiers, parce que toutes les horloges, de chacune desquelles il part un conducteur principal, peuvent être réglées sur cette horloge modèle, ou bien parce qu'on peut prendre telles dispositions pour que cette dernière horloge règle elle-même, d'après ses propres indications et de 24 en 24 heures, toutes les horloges principales de la ville. Une combinaison de cette espèce des horloges principales entre elles aurait même cela de précieux, c'est qu'un des fils conducteurs principaux ne se trouverait jamais dépouillé ou dépourvu de force galvanique, et par conséquent qu'une partie des horloges de la ville ne pourrait jamais s'arrêter.

Venons maintenant au gyrotrope ou commutateur. L'instrument de ce genre qu'on doit à M. Gauss paraît être le plus convenable qu'on connaisse actuellement pour l'objet en question. Nous l'avons fait représenter dans les fig. 14, 15, 16 de la pl. 57. La fig. 14 est le plan de sa portion inférieure, la fig. 15 une vue du plateau par-dessous, et la fig. 16 une élévation latérale.

Supposons que le commutateur ait basculé, ainsi que le représente la fig. 16, dans la coupe ou godet à mercure qui est du côté gauche, il en résulte que le courant galvanique parti de la batterie, arrivera par b, marchera par le fil du plateau de b' vers a', de là pénétrera dans la coupe à mercure a, ira de a vers α, où il parcourra tout le fil conducteur, puis reviendra par δ au commutateur, d'où conduit en d, il entrera dans le fil du plateau d', passera de là en c', pour enfin se rendre en e où il complètera le circuit de la batterie. Lorsque le commutateur aura au contraire basculé dans une position contraire et par conséquent plongera dans le godet de droite, alors le courant marchera ainsi qu'il suit :

de b vers β
β — β'
β' — δ'
δ' — δ
δ — α après avoir parcouru tout le fil conducteur.
α — α'
α' — γ'
γ' — γ
γ — c en faisant retour à la batterie.

Ainsi, le courant, dans ce dernier cas, marche de δ à travers le conducteur vers α, tandis que dans la précédente position il a été de α vers δ, en parcourant de même le conducteur; il a donc circulé dans des directions contraires toutes les fois que le plateau du commutateur a basculé d'un côté ou d'un autre.

Le plateau du commutateur doit, comme on le pense bien, être aussi bien équilibré que le fléau d'une balance et reposer comme lui sur un couteau; son centre de gravité a besoin d'être placé à une élévation un peu plus considérable que le plan ou l'arête du couteau, de manière à ce qu'il trébuche à gauche ou à droite par le plus léger contact.

Si nous imaginons maintenant qu'on ait fixé en son milieu deux fils minces faisant ressort, disposés de façon telle que, lorsque le plateau a basculé à gauche, le fil de droite soit dans une position verticale, tandis que lorsque ce plateau, au contraire, a basculé à droite, c'est le fil gauche qui se trouve placé verticalement; alors on verra que ce doit être le fil qui arrive à la position verticale dont l'extrémité supérieure sera placée à une plus grande hauteur que son conjugué. Le pendule de l'horloge principale viendra donc,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lorsqu'il sera parvenu au milieu de son oscillation, frapper sur l'extrémité de ce fil vertical du plateau du commutateur, et, par conséquent, fera basculer celui-ci, ce qui, en même temps, déprimera ce fil et l'abaissera suffisamment pour que le pendule à son retour ne puisse le rencontrer et avoir d'action sur lui. Mais dans ce retour le pendule viendra frapper l'autre fil qui aura pris à son tour la position verticale et, par conséquent, fera basculer le plateau en sens contraire, c'est-à-dire le ramènera à sa position primitive, et ainsi de suite successivement.

C'est ainsi qu'on obtient, au moyen du pendule de l'horloge principale, le renversement du courant, et comme le pendule n'attaque jamais que dans la position verticale les fils du plateau du commutateur, il en résulte qu'il ne peut y avoir de dérangements bien sensibles dans la marche de cette horloge. C'est exactement comme si les résistances qu'éprouve le pendule étaient grossies ou augmentées de toute la force qui est nécessaire pour faire basculer le plateau du commutateur. Quelques essais suffiront donc pour évaluer le poids additionnel qu'il est nécessaire d'ajouter à l'horloge pour que les amplitudes des oscillations du pendule soient les mêmes avec présence du commutateur que celles qui auraient lieu s'il n'y avait pas de commutateur (1).

4. Du mécanisme des aiguilles qui doivent imiter l'horloge principale. — La manière la plus simple d'établir ce mécanisme est celle dans laquelle il indique les heures. C'est le contraire, dès qu'on exige des fractions ou subdivisions de plus en plus petites du temps. Pour les usages civils ordinaires, il semble que l'indication des minutes ou parfois celle des demi-minutes, doit complétement suffire, et c'est aussi le cas que nous allons choisir pour décrire ce mécanisme ainsi que la manière dont il marche.

L'horloge (fig. 17) est renfermée dans une boîte parallélipipédique, traversée par trois arbres horizontaux, parallèles *a*, *b*, *c*, placés les uns au-dessus des autres. Soit *c*, l'arbre qui porte l'aiguille des heures, et dans une boîte une roue nombrée de douze fois autant de dents que le pignon de l'arbre *b* dans lequel elle engrène. C'est sur le carré de cet arbre *b*, et à l'extérieur qu'est montée l'aiguille des minutes et que se trouve calée une roue portant trente chevilles. Dans cette roue à chevilles s'engage une ancre semblable à celle de l'échappement de Graham, qui est montée sur l'arbre *a*, lequel porte vers l'extrémité opposée aux aiguilles, un petit barreau aimanté posé perpendiculairement sur lui. Ce petit barreau aimanté, enfin, destiné à l'amener à l'état d'induction, est entouré d'un cadre en bois autour duquel est enroulée sous forme de multiplicateur une portion du fil conducteur. Plus l'horloge marche avec difficulté ou lenteur, plus il faut de tours pour lui assurer une marche ferme et régulière. Avec les petites horloges une dizaine de tours sont suffisants. Un arrêt dans le cadre du multiplicateur pour limiter l'étendue des déviations du barreau aimanté, n'est nécessaire que lorsqu'on ne veut pas laisser pénétrer l'ancre jusqu'au fond des dents. Naturellement cette ancre doit porter des plans inclinés d'impulsion et maintenir fermement la roue lorsqu'on ne veut pas introduire une fusée particulière que M. Steinheil considère comme inutile parce que le courant galvanique soutient avec force l'ancre dans sa position jusqu'à ce que le renversement du courant ait lieu et la porte ensuite vivement dans la position contraire.

On conçoit sans peine qu'il faut que l'ancre et le saiguilles se contre-balancent mutuellement afin que l'horloge fonctionne avec plus de légèreté. M. Steinheil fait marcher le tout à sec et sans interposition d'huile afin que les réparations ne soient pas nécessaires.

Si l'on était obligé d'employer, pour le mouvement de l'horloge, une force plus considérable que celle qu'est en état de produire la déviation du barreau aimanté, il faudrait alors, au lieu d'un multiplicateur, employer un aimant électrique, soit d'après le mode de construction qui a été décrit ci-dessus et qui suppose l'emploi de deux fers à cheval, soit un aimant électrique unique, qui complète chaque fois le circuit avec le barreau aimanté. Mais, dans le premier cas, il faut, pour que l'aimant ne fasse pas une révolution de 180°, relativement à l'ancre, que deux barreaux aimantés soient assujettis sur l'axe de l'ancre sous la forme d'une croix de Saint-André, entre les bras

(1 Dans le cas où il ne s'agit pas de reproduire seconde par seconde la marche de l'horloge principale, mais seulement de minute en minute, alors il faut que le changement du courant soit sous la dépendance de l'aiguille des secondes de l'horloge principale, et non plus du pendule. Du reste, toutes les dispositions à prendre pour cet objet sont tellement simples et si bien connues des horlogers qu'il est inutile de s'y arrêter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de laquelle on place les pôles de l'aimant électrique en fer à cheval.

On a représenté cette disposition de la direction de l'axe de l'ancre, dans les fig. 18 et 19, où *a* et *b* sont les pôles de l'aimant électrique. Ces pôles viennent-ils à changer avec le sens du courant qui parcourt le conducteur; alors *a* et *b* repoussent le barreau N,S et attirent au contraire le barreau N'S', c'est-à-dire, alors, que le second barreau ferme le circuit avec l'aimant électrique. Cette disposition est sous le rapport de la force indubitablement plus avantageuse que la première, mais elle n'est pas aussi simple.

On pourrait du reste se contenter d'un seul barreau aimanté si les pôles de l'aimant électrique étaient proportionnellement très-grands et très-voisins l'un de l'autre à peu près comme le montre la fig. 20, mais il semble plus simple de mettre deux aiguilles plutôt que d'augmenter trop la masse de l'aimant électrique. Il est évident qu'en agissant ainsi on gagnera beaucoup du côté de la force. Du reste, tous les moyens qui ont été présentés jusqu'ici sont très-propres à la solution du problème proposé, et par conséquent peuvent recevoir des applications,

Au lieu du système à ancre, on pourrait très-bien aussi se servir d'un échappement, par exemple celui à deux palettes fixées sur un arbre vertical qui serviraient à faire mouvoir une dent ou une cheville alternativement supérieure et inférieure de la roue de rencontre. Cette disposition présenterait quelque avantage pour la commutation au moyen de l'aiguille de secondes de l'horloge principale; mais d'un autre côté on conviendra qu'il n'y a guère d'échappement qui soit plus simple que l'ancre, et c'est pour ce motif que M. Steinheil lui accorde exclusivement la préférence, du moins toutes les fois que pour remplir certaines conditions particulières, il n'est pas nécessaire d'avoir recours à un des autres mouvements dont l'horlogerie de précision possède un si grand nombre au milieu desquels elle peut faire un choix.

Si les horloges ou les systèmes d'aiguilles ne doivent plus marquer les minutes entières ou les demi-minutes, mais indiquer les secondes en suivant la subdivision de ce genre que présente l'horloge principale, alors on a besoin de deux arbres et de deux roues de plus, complication qui ressort de la nature de la chose même, mais dans la description de laquelle nous ne croyons pas devoir entrer, pas plus que dans celle relative au changement de position des aiguilles, attendu qu'il n'est pas d'artiste en horlogerie qui ne soit au fait des dispositions qu'il conviendra d'adopter dans ce cas.

Le grand avantage de ces horloges repose principalement sur ce fait qu'elles marquent une heure ou une subdivision du temps, parfaitement la même pour toutes, ce qui est à peu près impossible d'obtenir aujourd'hui avec les horloges ordinaires, mais, en outre, elles présentent quelques autres caractères qu'il n'est pas inutile d'indiquer :

1° Toutes les horloges qui marchent sous l'influence de l'horloge principale n'ont pas besoin d'être remontées;

2° Il n'est pas non plus besoin de les régler puisqu'elles se règlent d'elles-mêmes lorsque l'horloge normale l'a été.

3° En général elles n'exigent ni nettoyages, ni réparations; la force avec laquelle elles marchent ou celle avec laquelle l'ancre fonctionne est tellement grande qu'elle suffit pour faire marcher le mécanisme, même quand il est rongé par la rouille ou empâté de poussière;

4° Elles sont beaucoup plus simples que toutes les autres horloges à cadran puisqu'elles n'ont ni pendule, ni poids, ni ressort;

5° Elles sont infiniment plus faciles à établir dans les cas mêmes où, comme on l'a dit, elles ne présentent pas une grande précision dans le travail;

6° Elles n'exigent pas qu'on les pose sur des supports fixes, inébranlables comme les horloges à pendule actuelles. Le vent, la pluie, qui influent tant sur le mouvement de celles-ci, sont sans effet sur la régularité de leur allure. On peut en conséquence fort bien les disposer en l'air, au milieu des rues, les éclairer pendant la nuit et les répandre, les multiplier ainsi dans toute une ville;

7° Enfin, elles peuvent remplacer parfaitement et avantageusement les grandes horloges des clochers, des beffrois et toutes les autres horloges publiques.

Nouveau mode de structure pour les pistons métalliques.

Par M. W. Barker.

Dans la structure des pistons métalliques, il y a deux choses qui m'ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toujours paru de la plus haute importance : d'abord, la forme ou la construction particulière de la portion de ces pistons qu'on appelle la garniture, et en second lieu le mode, l'application ou l'emploi de cette garniture pour que les pistons métalliques pussent être parfaitement ajustés et complétement impénétrables à l'air ou à l'eau, soit qu'on les destine au service des machines à vapeur, soit qu'on en fasse usage pour les pompes, soit enfin pour tout autre service où il faut un ajustement très-précis.

On pourra juger si j'ai réussi à satisfaire à toutes les conditions du problème dans le piston métallique dont je suis l'inventeur, et dont je vais donner la description et les figures dans la pl. 56.

Fig. 26. Vue perspective du piston d'une machine à vapeur.

Fig. 27. Plan ou projection horizontale de ce même piston après qu'on a retiré le chapeau ou plateau supérieur.

Fig. 28. Coupe transversale du piston.

Fig. 29. Vue perspective de la garniture dilatée ou non bandée, et telle qu'elle est quand elle n'est pas appliquée sur le piston.

Fig. 30. Autre vue perspective du même piston modifié légèrement.

Fig. 31. Coupe du même.

a,*a*, tige du piston, *b*,*b* le corps du piston avec son plateau supérieur *c*,*c* et son plateau inférieur *c**,*c**, entre lesquels est placée la nouvelle garniture perfectionnée *d*,*d*, qui est dans ce mode d'application d'un diamètre un peu plus grand que le corps du piston, afin qu'il y ait un certain degré d'élasticité quand elle est bandée et placée dans le cylindre où elle doit fonctionner.

On remarquera dans le plan et les coupes qu'il existe un espace vide *e*,*e* tout autour du piston entre le corps *b*,*b* et la garniture métallique *d*,*d*; cet espace, destiné à faciliter dans toutes les circonstances l'ajustement de cette garniture, est essentiel dans les applications de ce mode perfectionné.

Le mode de structure de la garniture sera mieux compris quand on aura jeté un coup d'œil sur la fig. 32, qui représente cette pièce après qu'elle aurait, je suppose, été étendue sur un plan. Cette figure est destinée à faire voir à toute personne intelligente comment on établit cette garniture et comment on lui donne la forme sur le tour. On place sur le tour un anneau parfait de fonte ou autre métal convenable, et après l'avoir percé de quelques petits trous, comme points de repère pour les outils tranchants, on y pratique une fente qu'on conduit suivant une direction oblique qu'embrasse la demi-circonférence de l'anneau en arrêtant l'outil coupant aux trous percés qui servent de limites à la fente. Cela fait, on pratique une seconde fente dans une direction encore plus oblique qui formera la ligne ou plan incliné *y*,*z*. On coupe alors la spirale parallèlement de *w* en *x*, et lorsque le travail est effectué, l'anneau est retourné sur le tour, et on y fait deux autres fentes obliques absolument semblables aux précédentes, mais pour produire le plan incliné inverse qui va de *u* en *v*.

On fera remarquer que le métal qu'il faut enlever à la partie centrale de l'anneau a trois fois la largeur de celui qu'on abat aux parties supérieure et inférieure; c'est le moyen de conserver un égal degré d'élasticité dans toutes les parties de l'anneau de garniture.

Quand on aura enlevé ainsi les portions de métal désignées sur cet anneau, il ressemblera alors au filet d'une vis ou à une spirale, et si on le comprime, on trouve qu'il a acquis le degré désirable de l'élasticité nécessaire à cette pièce.

Lorsqu'on est arrivé en ce point, on enlève aux extrémités *f*,*f* une petite portion de la bande de métal, afin d'y laisser du jeu pour la contraction de l'anneau; puis, au moyen d'appareils destinés à cet usage, on comprime cet anneau, on le tourne et on l'ajuste au diamètre du piston et à celui du cylindre dans lequel il doit fonctionner, et enfin on ménage de petites retraites *g*,*g* aux extrémités de la garniture, qu'on couvre avec de petites languettes *i*,*i*, afin de s'opposer au passage de la vapeur par la garniture.

Dans les fig. 30 et 31, on a représenté la garniture métallique perfectionnée, enceinte par des anneaux de bronze ou de laiton *h*,*h*, dont on peut faire usage dans les situations où on le juge nécessaire.

Appareil pour prévenir les explosions des machines à vapeur,

Par le cap. T.-S. Easton.

Le sénat des États-Unis, ayant ordonné qu'il lui serait fait un rapport sur l'invention du cap. Easton, le ministre de la marine a chargé de ce soin une commission qui, par l'organe de M. W.-R. Johnson, a fait, le 18 août

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1842, un rapport dont nous extrayons ce qui suit :

L'objet de cette invention est de produire l'évacuation de toute la vapeur générée, dans une chaudière, au delà de ce qui est nécessaire à son usage pratique et à la sécurité et d'employer l'excès même de cette vapeur à produire sa propre évacuation. L'appareil est également disposé pour indiquer l'abaissement du niveau de l'eau dans la chaudière au moment où le liquide est descendu au-dessous d'une ligne donnée ; toutes dispositions qui sont placées hors du contrôle de l'ingénieur ou de tout autre agent extérieur.

A, fig. 21, pl. 57, chaudière à vapeur. B, carneau, C, boite à vapeur placée dans l'intérieur de la chaudière au niveau du carneau ou des carneaux. Dans cette boite est une soupape qui s'ouvre au contre-bas en D; la tige de cette soupape est attachée à un levier F du premier ordre, ayant son point d'appui en E. A ce levier F est attaché un contre-poids G, correspondant à la pression sous laquelle doit fonctionner la chaudière.

Sur la boîte en question se trouve aussi un tuyau d'évacuation K qui s'élève en dehors de la chaudière en un point quelconque à travers une boîte à étoupes Z, de façon que quand la vapeur excède la pression déterminée, la soupape dans la boîte est pressée en contre-bas, l'excès de vapeur s'échappe dans la boîte et passe par le tuyau d'évacuation au dehors de la chaudière.

Le niveau de l'eau est réglé par des flotteurs H,H ; on en emploie un ou deux suivant la structure de la chaudière. A ces flotteurs sont attachés des bras I, qui reposent sur l'appui E au moyen d'une cheville. Ces bras passent au-dessus de l'axe de la tige de la soupape, de telle manière que lorsque l'eau tombe au-dessous d'un certain niveau, le poids des flotteurs agit sur cette soupape en tombant sur l'axe de sa tige et fait fonction de levier du second genre en pressant sur cette soupape pour balancer l'effet du contre-poids G du levier F, et maintenir la soupape ouverte jusqu'à ce que l'eau d'alimentation, étant fournie, relève le flotteur et dégage la soupape.

Les flotteurs se placent dans la partie centrale de la chaudière, entre ou de chaque côté des carneaux, de façon que l'action de l'eau n'affecte pas leur hauteur par son mouvement.

Dans l'enveloppe de la chaudière, on a établi un toucheur M qui consiste en une tige avec bouton à sa partie inférieure, placée au niveau de F, près la tige de la soupape, et qui sert à s'assurer en tout temps que la soupape est libre de tout obstacle.

La commission, chargée par le ministre de la marine, de faire des expériences sur cet appareil, a cherché d'abord à constater le degré d'uniformité de ses indications, relativement à la pression de la vapeur et à la hauteur de l'eau dans la chaudière : sous ce rapport elle a obtenu des résultats favorables.

Elle a cherché ensuite la différence qu'il faudrait établir entre la charge de la soupape de sûreté ordinaire et celle qu'il convient de donner à la soupape du cap. Easton, pour qu'il ne survienne pas de perturbation inutile dans cette dernière lors du service ordinaire de la machine, et a constaté que cette soupape, sous une pression de 6 atmosphères, fonctionnait très-librement sous une différence de 150 à 200 grammes par centimètre carré en sus de la pression sous laquelle fonctionne celle ordinaire.

Cela fait, elle a recherché quelle était l'action des flotteurs, en cas d'agitation ou bien celui où l'eau s'élève en mousse ou en écume dans une chaudière où l'on décharge subitement la vapeur. Les expériences ont démontré que, dans tous les essais, ces flotteurs ont pris une marche précise et décidée toutes les fois qu'ils ont dû entrer en action.

Elle a ensuite observé si les mouvements de la machine, qui produiraient une intermittence dans la décharge de la vapeur pendant une partie de chaque évolution, ne causeraient pas une agitation telle que les indications des flotteurs devinssent incertaines; la conclusion qu'elle a tirée des faits c'est qu'avec une alimentation suffisante d'eau, on n'a point à craindre d'inconvénients sérieux du soulèvement de l'eau en écume et une perturbation dans les flotteurs en employant la vapeur d'après le principe de l'expansion et à demi-cylindre.

La commission a voulu voir encore si l'eau salée ne corroderait ou n'incrusterait pas la soupape interne sur son siége, si elle n'augmenterait pas ainsi la difficulté de l'ouverture et ne diminuerait pas, par conséquent, la sécurité. A cet égard elle a démontré qu'un peu de surveillance suffit pour éviter tout danger, et a indiqué quelques légères modifications à l'aide des-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelles on pourrait encore augmenter, sur ce point, la sécurité.

Enfin, elle a discuté diverses objections qui ont été élevées contre cette invention, et a conclu son rapport par la déclaration suivante : Le mécanisme, dû au cap. Easton est ingénieux, suffisamment simple et fondé sur des principes bien connus. Il permet l'évacuation de la vapeur sans sortie d'eau, ce qui décharge la chaudière, éloigne tout danger, tout en conservant les moyens ou les organes de la sécurité. Sous ce rapport et sous beaucoup d'autres, il présente des avantages décidés, et mérite l'attention du gouvernement ainsi que des propriétaires et constructeurs de machines et de bateaux à vapeur.

Description du tube propulseur de M. Hallette.

Le tube de propulsion de M. Hallette est placé au-dessus du sol, dans le milieu de la voie, exactement entre les deux rails, auxquels son axe doit être parfaitement parallèle. Mais ce tube diffère de celui de MM. Clegg et Samuda

1° Par la forme ;

2° Par les dimensions ;

3° Par la manière dont il est attaché au sol ;

4° Et surtout par la disposition aussi simple qu'efficace de la fermeture de son ouverture longitudinale, qui est à double effet, sans ajustement et d'un entretien presque nul.

1° La forme du tube est indiquée par les fig. 22 et 23, pl. 57, qui la font voir en coupe transversale et en profil. Sa simplicité rend toute explication inutile.

2° Le diamètre est porté à $0^{m},50$ pour se mettre, dans une première application, au-dessus de tous les besoins prévus et des résistances à vaincre.

3° Au lieu d'être posé et fixé par des boulons, sur les billes ou traverses qui portent les rails, et qui, par conséquent, sont très-fatiguées et fréquemment dérangées, le tube propulseur Hallette est isolé, indépendant de ces billes et de leur gauchissement; il est fixé sur une ligne de pieux L bien alignés, de force indiquée par la nature du terrain et portant à leur tête une fourche où se loge une lame de champ M, venue de fonte avec le tube. On cheville et on clavette les tubes lorsque tous les assemblages d'un fragment de ligne sont faits. On comprend combien il est facile de rectifier le parallélisme du tube, puisqu'il suffit de refouler plus ou moins le sol pour renvoyer les pieux d'un côté ou de l'autre, de frapper un coup sur la tête du pieu pour le faire descendre un peu, de mettre une calle sous la nervure verticale engagée dans le bois pour la relever un peu.

Si l'on pensait que l'effet de traction du piston renfermé dans le tube pût avoir une action sensible sur les pieux dans le sens longitudinal, ce qui paraît peu probable, vu leur nombre, on pourrait, en rattachant les pieux avec les billes par un petit étrier, faire opérer une réaction sur les rails portant la résistance afin de détruire l'effet produit sur un pieu par la puissance.

Le système Hallette est emprunté à la nature, au lieu d'être exclusivement mécanique. L'homme a la faculté, au moyen des lèvres de sa bouche, d'aspirer et de contenir ou de repousser l'air. C'est le modèle adopté par M. Hallette. Ainsi sur les deux rebords parallèles de la rainure du tube propulseur il a placé deux autres petits tubes B″B″, qui seraient à peu près tangents s'ils étaient entiers, mais qui sont coupés dans le sens de la longueur de manière à former deux espèces de gouttières redressées sur le côté et dont l'ouverture est opposée. Dans ces gouttières sont introduits des boyaux vides B′B′, en cuir, en tissus, en matières quelconques, imperméables, étanchés à l'air et à l'eau, susceptibles de contenir même l'air comprimé. Lorsqu'on les remplit de l'un ou de l'autre de ces corps, ou de tous les deux mélanges, les boyaux débordent, se touchent par une partie de leur surface et se compriment mutuellement au moyen d'une pression qu'il est toujours facile de mettre en équilibre avec les besoins de la fermeture. Ces boyaux agissent alors absolument comme les lèvres; ce sont des lèvres artificielles, qui permettent sans difficulté, et presque sans frottement, le jeu le plus rapide du rayon prolongé ou bras du piston sans que l'air puisse en profiter pour entrer dans le tube propulseur.

Il n'y a plus là ni galets, ni roulettes, ni soupapes ferrées, ni boulons, ni composition fusible, ni réchaud.

La disposition générale consiste, comme nous l'avons dit, à placer entre les deux rails d'une voie de fer, et sur une ligne de pieux battus, le tube propulseur décrit. Ce tube est interrompu d'abord aux stations pour pouvoir établir des gares d'évitement ; puis, à des distances de 3, 4 ou 5 kilomètres, suivant la nécessité, pour des passages

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de niveau, des croisements ou des embranchements de route. Dans tous les cas, une machine stationnaire dessert toujours environ jusqu'à 8 kilomètres ou deux lieues de chemin.

L'installation la plus convenable des stations paraît être celle de la fig. 24.

A, chambre des machines à vapeur et des appareils pneumatiques; B, B, bâtiments de l'administration, etc.; C, C, tubes aspirateurs aboutissant aux tubes de propulsion D'' de la route; C', C', tubes aspirateurs aboutissant au tube de propulsion dit *de station* D; C'', C'', aspirateurs aboutissant au tube d'évitement ou de gare D'; D'', D'', tube de propulsion de la route, d'un seul bout d'une station à l'autre, ou divisé par les passages en sections de 2, 3, 4 ou 5 kilomètres et d'une longueur totale de 8 kilomètres de chaque côté des stations intermédiaires.

Aux points d'interruption du tube propulseur, dont les sections laissent entre elles un espace de 20 mètres, s'opèrent naturellement deux passages de niveau à chaque station. Les aspirateurs qui mettent les sections en rapport avec les appareils pneumatiques passent sous le sol. Une disposition semblable permet d'établir les autres passages de niveau voulus sans travaux d'art: seulement il faudra multiplier les tuyaux d'aspiration, les vannes et les clapets nécessaires à leur service et dont nous allons parler.

e, *e*, *e*, *e*, clapets d'entrée et de sortie des tubes propulseurs. C'est le piston qui les ouvre pendant sa marche dans l'une ou l'autre direction; seulement les employés de service aux stations les tiennent fermés s'ils en ont reçu l'ordre pour empêcher le départ des convois que l'on veut retenir. Ces clapets servent aussi à faire marcher les convois en avant et en arrière sur les tubes de station et même sur la route.

f, *f*, *f*, *f*, vannes verticales des aspirateurs. Chaque section du tube propulseur en a deux, pour que le vide se fasse toujours en avant du piston, quelle que soit la direction du convoi.

Tant que les convois ne sont pas sur le tube propulseur, les vannes restent ouvertes; le travail des machines entretient le vide ou plutôt le degré de raréfaction nécessaire.

Ces dispositions bien comprises, voici, suivant M. Hallette, comment peut se faire le service:

En supposant qu'un convoi parti de l'une des extrémités arrive de gauche à droite sur le croquis (*fig.* 24), le piston, dans son passage, ferme l'une après l'autre toutes les vannes des aspirateurs; il ouvre également l'un après l'autre tous les clapets des propulseurs. Si le convoi est direct et qu'il ne doive point y avoir de croisement, le convoi traverse la station sans s'arrêter, les hommes de service n'ont rien à faire.

Il en est de même s'il doit y avoir croisement, etc.; le convoi de retour se trouve déjà sur le rail d'évitement.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire si le convoi doit stationner, le conducteur placé en tête s'y prépare, il modère la vitesse de la marche en entrant dans le tube de la station D, dont le préposé a fermé la vanne d'aspiration du côté de la sortie. L'air refoulé par le piston acquiert promptement une densité égale et bientôt supérieure à celle de l'atmosphère capable d'arrêter le convoi, quand même on ne se servirait pas de freins. On sait que la résistance de l'air s'accroît en raison de la diminution de l'espace qu'il occupe; c'est le frein le plus sûr, le meilleur à tous égards, et se proportionnant de lui-même à la force et la vitesse acquises ou d'impulsion qu'il doit combattre. Il est facile de concevoir comment le conducteur peut ralentir la marche, peut aider à la rapidité de l'action résistante de l'air comprimé devant le piston; il n'a pour cela qu'à ouvrir le robinet modérateur, qu'à laisser entrer dans le tube une quantité d'air suffisante:

Lorsque le convoi est arrêté, il se trouve dans la position suivante:

Les deux clapets sont fermés, les deux vannes sont fermées, et la communication interrompue entre la section du tube propulseur et l'appareil pneumatique.

Le piston est maintenu en équilibre du côté où il est entré par la pression atmosphérique et l'action des freins, si on en fait usage, et de l'autre par l'air comprimé.

Pour préparer le départ, il suffit de lever la vanne de l'aspiration du côté où l'on veut marcher et d'ouvrir le clapet du côté opposé; l'air se raréfie, et aussitôt qu'on lâche les freins, le convoi se met en marche avec la vitesse voulue. Le conducteur, en effet, a dans la main la clef du robinet modérateur, devant lui une échelle barométrique; il dispose à l'avance la force qui lui est nécessaire, suivant la charge, l'inclinaison du chemin et la vitesse convenable.

En sortant du tube de station, le piston entre dans la première section du tube de route. A chaque passage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un tube dans un autre, le piston ouvre d'abord le clapet d'entrée, puis fait tomber la vanne de l'aspirateur. A la sortie du tube, il agit inversement: il fait d'abord tomber la vanne de l'aspirateur, puis il ouvre le clapet de sortie du tube propulseur. Tout cela se fait sans arrêt, sans ralentissement appréciable. C'est le préposé de service à chaque interruption du tube qui est chargé de fermer d'abord le clapet que vient d'ouvrir le piston à sa sortie, d'ouvrir ensuite la vanne que le piston a fermée, et de fermer le clapet d'entrée du tube voisin lorsqu'il est averti de le faire, afin que toute la ligne soit constamment en état de fonctionner dans l'un et l'autre sens.

Lorsqu'un convoi doit descendre une pente rapide, le préposé de service du sommet ferme la vanne d'aspiration; il ouvre le clapet, et le tube se remplit d'air. L'homme de service au pied de la descente a fermé de même la vanne d'aspiration et maintenu le clapet fermé. Le convoi, arrivé sur ce tube, s'arrêterait bientôt, quelles que fussent la vitesse acquise et la pente, si le conducteur ne permettait à l'air comprimé de s'échapper par le robinet régulateur. Son échelle barométrique lui fait connaître à chaque instant la densité de l'air en avant du piston; il est donc, on le voit, aussi maître de sa vitesse à la descente que sur les parties horizontales du chemin. Quelques jours de pratique suffiront pour le mettre en état de rendre sa marche régulière dans toutes les circonstances.

Chaque station aura deux machines à vapeur de 50 chevaux chacune, solidaires et indépendantes à volonté; à simple effet, principe de Cornouailles, avec une cataracte pouvant se régler elle-même. Les conducteurs-mécaniciens n'ont pas à s'occuper de régler le mouvement de ces machines, variable d'un coup à quinze coups par minute; ils n'ont besoin que de surveiller la bonne conduite du feu. Leur baromètre ou tout autre appareil construit sur le même principe peut régler le robinet de la cataracte mieux qu'ils ne sauraient le faire eux-mêmes, de manière à maintenir constamment une dépression de 75 cent. d'atmosphère dans les tubes de propulsion.

Les embranchements des chemins atmosphériques soit entre eux, soit avec les autres, se feront, quant à la voie, comme sur les chemins à locomotives, et, quant au tube propulseur, comme pour les passages à niveau ou pour les gares d'évitement.

Lettre à M. le ministre des travaux publics,

Par M. Arnollet,

Ingénieur en chef des ponts et chaussées, en retraite.

Monsieur le Ministre,

Dans les derniers jours du mois de février, j'avais appris que le conseil des ponts et chaussées allait s'occuper de la question des chemins de fer *atmosphériques*, sur laquelle vous lui aviez soumis un rapport de M. Mallet, et j'avais en même temps eu connaissance d'un mémoire de M. le marquis de Jouffroy, adressé au roi et aux notabilités de France, contenant la critique de ce système et l'apologie du sien, accompagnées d'expressions outrageantes pour les ingénieurs des ponts et chaussées et surtout pour M. Mallet, dont les journaux venaient de publier une lettre, par laquelle il vous proposait de faire un essai dudit système atmosphérique.

Dès le premier aperçu, le mémoire et le système de M. de Jouffroy ne m'avaient paru que le fruit d'une imagination ardente, qui ne prend pas la peine de réfléchir et de calculer; je me suis étonné que les commissions nommées, soit par vous, Monsieur le Ministre, soit par l'Académie, pour examiner son système, n'en eussent pas encore fait justice, et j'ai pris aussitôt la résolution de répondre moi-même à son mémoire, si personne autre ne le faisait, jugeant qu'il serait facile de démontrer que non-seulement le joujou que l'on a fait manœuvrer, rue de l'Ouest, ne doit rien faire préjuger pour la réussite en grand de ce système prétendu merveilleux, mais que même une machine exécutée en grand, et conforme, en tous points, au petit modèle dont on a fait l'essai, et dont on a publié les dessins, ne serait qu'une mauvaise machine (1); mais sachant que le conseil devait s'occuper immédiatement du système atmosphérique, j'avais d'abord regardé comme urgent qu'il pût avoir connaissance d'un moyen que je propose pour y diminuer des trois quarts au moins les frais de traction, et pour le moins aussi de moitié ceux du premier établissement de machines, tels qu'ils ré-

(1) Cette réponse est faite et peut être communiquée; M. de Jouffroy, dans son mémoire, demandait *une critique raisonnée, logique et positive;* on la trouvera dans ma réponse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sulteraient du mode qui a été employé pour les essais faits en Irlande, et dont M. Mallet a rendu compte ; et j'avais, à cet effet, transmis à M. le sous-secrétaire d'état une notice contenant la description sommaire de mon projet, offrant de donner de plus grands développements, si on le désirait, et que je terminais en lui demandant de vouloir bien m'adresser un exemplaire du rapport de M. Mallet, que je ne connaissais encore que par l'abrégé qu'en avaient donné les journaux.

J'avais cru que les modifications que je proposais au système atmosphérique pourraient attirer l'attention de MM. les membres du conseil, et avoir quelque influence sur la détermination à prendre; malheureusement, Monsieur le Ministre, il n'en a pas été ainsi, et, d'après ce que j'ai ouï dire, ma notice, lue sans discussion dans une séance antérieure à celle où l'on a délibéré, paraissait oubliée au moment de cette délibération. Il est à regretter, je crois, que M. le sous-secrétaire d'état n'ait pas jugé convenable de me communiquer, ainsi que je l'en avais prié, le rapport de M. Mallet ; car j'aurais pu joindre au premier mémoire les observations que je crois devoir vous transmettre aujourd'hui sur le système décrit par M. Mallet, comparé à celui que je propose; j'ai lieu de croire qu'elles auraient pu motiver une autre délibération ; c'est là du moins, Monsieur le Ministre, ce que je veux tâcher de vous démontrer : je mentionnerai, pour cela d'abord, les différents points du rapport de M. Mallet, sur lesquels je me propose d'appeler plus specialement l'attention.

1° La dépense d'exploitation y est portée à 110 fr. par jour, pour une machine de 100 chevaux, à détente et condensation. Le prix de la tonne de charbon étant de 45 fr., ladite machine devant, pour faire le service d'une longueur de 5,000 mètres, être employée 24 fois chaque jour, dans un temps total de seize heures, travaillant chaque fois quinze minutes et demie (terme moyen) et laissant des intermittences de vingt-cinq minutes et demie (1). M. Mallet parvient au prix ci-dessus, en assimilant ce service à celui d'un travail continu de huit heures, de sorte que la dépense de chaque temps de repos est seulement comptée comme celle d'un service de quatre minutes et demie; il y a là erreur évidente; la consommation ne pourra être que très-peu ralentie par les intermittences, vu qu'à chaque reprise du travail, la machine devra être prête à marcher, immédiatement, avec toute sa puissance, et la depense portée à 110 fr., ne doit pas être comptée pour moins de 180 fr.; observons de plus que le prix de 110 fr. est calculé pour une consommation de 225 kilog. par heure, minimum de celle qui peut avoir lieu pour une machine à détente et condensation, mais que les lieux où les machines devront, plus spécialement, employer toute leur puissance seront les sommets des côtes ou des montagnes, où il serait souvent impossible de se procurer l'eau nécessaire à la condensation (près d'un mètre cube par minute), et que la dépense alors devrait s'augmenter de moitié.

2° Il convient d'observer aussi qu'avec ces énormes machines, dans lesquelles l'appareil de condensation augmente les chances de dérangement, la moindre réparation à faire peut exiger un temps considérable, et interrompre le service ; il faudrait donc qu'il y eût deux machines à chaque station.

3° Dans le système des grandes machines, la durée moyenne du travail, ou du vide à maintenir dans les tuyaux, serait, d'après M. Mallet, de trois cent soixante-douze minutes pour le passage de vingt-quatre convois, ou de quinze et demie pour chacun d'eux, et pendant ce temps, il y aurait par la rentrée de l'air extérieur, selon les épreuves qu'il rapporte, une déperdition de deux pouces de hauteur de mercure par minute, ou de trente-un pouces pour maintenir le vide à vingt-quatre ; un événement imprévu peut venir encore augmenter cet effet, et alors il pourrait arriver que tout l'effort de la machine devint insuffisant pour faire avancer le convoi.

4° M. Mallet propose pour éviter les pertes de temps, d'employer plusieurs machines pneumatiques mises en jeu simultanément, dans le commencement du travail, il en résulterait une grande augmentation de dépense.

5° M. Mallet propose aussi l'emploi de télégraphes électriques pour annoncer l'approche des convois, il n'est pas fait non plus mention de la valeur de ces appareils.

6° M. Mallet regarde comme nécessaire de former les stations de deux plans inclinés à 0m,025 par mètre, admettant que les convois, cessant d'être soumis à l'action pneumatique, seront tou-

(1) La machine de cent chevaux a fait le service pour la longueur de 2,800 mètres; il n'est pas bien certain qu'elle puisse le faire pour 5,000 mètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jours portés au sommet de ces plans, par l'action de la force vive ; mais qu'un événement quelconque vienne arrêter un convoi au pied d'un de ces plans inclinés, quelle puissance, alors, lui fera traverser la station ? il demande également des plans inclinés aux différents points de départ, pour remédier à la lenteur avec laquelle la vitesse convenable est acquise, dans le système qu'il a décrit ; ainsi, des lignes qui pourraient être horizontales, devraient se dépouiller d'un aussi précieux avantage !

Une station quelconque me paraît devoir être toujours horizontale dans tous les sens, pour que les convois y aient la faculté de se mouvoir, ou de s'arrêter, de laisser leurs wagons, ou d'en recevoir d'autres, en communiquant à cet effet avec des lignes latérales.

7° M. Mallet propose d'interrompre le tube de propulsion pour le passage des chemins que l'on couperait à leur niveau ; je crois qu'il en résulterait un très-grand accroissement des difficultés du service.

8° Il propose des vitesses de quinze lieues à l'heure, pour les voyageurs, et de moitié pour les marchandises, dont il fait des convois séparés ; cette distinction me paraît enlever au système atmosphérique un de ses principaux avantages.

9° M. Mallet, enfin, après avoir calculé, d'après les données ci-dessus indiquées, que, par le système atmosphérique, les frais de traction ne seraient que les 3/5 de ce qu'ils sont aujourd'hui à l'aide des locomotives, déclare que, néanmoins, les cas seront très-rares où il y aurait avantage à changer le système actuel, sur les chemins en activité, et que même on peut continuer, sans regrets, les travaux qui sont en cours d'exécution pour l'emploi des locomotives, et il ne fait espérer un léger avantage en faveur du système atmosphérique, que pour les chemins sur lesquels il n'y a rien de commencé, et pour le tracé desquels il propose, afin de diminuer les frais du premier établissement, d'admettre les rampes variées que le sol pourrait offrir, jusqu'à $0^m,025$. Ces conclusions, Monsieur le Ministre, ne sont pas de nature à exciter l'enthousiasme des compagnies qui devraient, à leurs risques et périls, entreprendre des essais pour le nouveau système, et justifient le peu d'intérêt que le conseil a témoigné en sa faveur ; mais je vais indiquer, maintenant, ce qui résulterait des modifications que je propose (1).

Les numéros de ces observations correspondront à ceux du résumé ci-dessus du rapport de M. Mallet.

1° Au lieu d'avoir pour cinq kilomètres une machine de cent chevaux, qui ne serait pas même suffisante pour cette longueur, et dont le dépense serait au moins de 180 fr. par jour ou 36 fr. par kilomètre dans le système à condensation, et pourrait s'élever à 250 fr. par jour, ou 50 fr. par kilomètre, en agissant à vapeur perdue, il suffirait d'en avoir une de 12 chevaux, dont la dépense pourrait être de 35 à 40 fr. ou 8 fr. par kilomètre ; il y aurait ainsi économie au moins de 28 fr. par jour, ou de 10,000 fr. par année, pour chaque kilomètre, somme qui est au delà de l'intérêt de la plus grande dépense que l'on puisse supposer pour le chemin, dans ce système ; de sorte que, lors même qu'un chemin atmosphérique, tel que le décrit M. Mallet, ne rendrait aucun dividende, et ne ferait que payer les frais, le même système, avec les petites machines, procurerait des dividendes de plus de 5 p. 0/0. Mais M. Mallet ayant fait voir que, dans le système qu'il décrit, la dépense ne serait que les 3/5 de celle du système à locomotives, et le mien réduisant encore la sienne de deux tiers au moins de son évaluation ; cette dépense, avec le système atmosphérique modifié, ne serait plus que le 1/5 de celle qui a lieu dans le système actuel, et laisserait, par conséquent, des bénéfices assurés aux compagnies qui voudraient admettre ce procédé.

On pourrait évidemment, dans ce cas, porter un jugement différent de celui de M. Mallet, sur ce qu'il conviendrait de faire par rapport aux chemins en construction ; je crois même que pour un chemin construit et en activité, tel que celui de Versailles, rive gauche, qui cherche en vain à se soutenir, l'adoption du nouveau système serait une chose avantageuse ; les convois pourraient y être de 500 voyageurs ; en montant, à vitesse de quinze lieues à l'heure, avec une dépense très-faible pour la montée, et presque nulle pour la descente, le prix des places pourrait alors y être de beaucoup diminué, et laisser néanmoins, par l'effet de la moindre dépense et de la circulation plus grande un tarif suffisant pour réparer,

(1) Voir, à la suite de cette lettre, l'extrait du mémoire descriptif.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en peu de temps, les pertes de la compagnie, et payer l'intérêt de la dépense du tube.

Quant aux chemins pour lesquels il n'y a que des terrassements faits, je ne crois pas que l'on doive hésiter à y appliquer le nouveau système, dès qu'un essai, qui pourrait se faire seulement sur 5,000^{m}, aurait fait apprécier les moyens d'y résoudre toutes les difficultés de détails.

2° Non-seulement je n'aurais que de petites machines, mais il ne serait pas nécessaire d'en avoir deux à chaque station; ayant la faculté d'accumuler la puissance dans les réservoirs de vide, on pourrait, en suspendant momentanément le transport des marchandises, faire chômer la machine au moins deux jours, en cas de réparation; il serait d'ailleurs facile d'avoir un manége de six à huit chevaux, pour aider au service; enfin, l'addition d'une deuxième machine pour plus grande précaution, ne serait pas une grande dépense.

Mes réservoirs ne seraient autre chose que de profondes caves accolées, construites à chaux hydraulique, avec précaution, et revêtues extérieurement de ciment romain et de bitume ou de goudron, et dont la valeur, pour chaque station, n'excéderait pas 40,000 fr., somme qui, réunie au prix de la petite machine, ne formerait pas plus du tiers de celui des deux grandes (1).

3° Le vide pouvant, par mon système, se faire presque instantanément dans toute la longueur du tube, et toutes les vitesses étant de mille mètres par minute, les pertes n'auraient lieu, pour le passage de chaque convoi, que pendant six minutes au lieu de quinze; on épargnerait donc les 3/5 de ces pertes, ou plus d'un tiers de la puissance nécessaire, avec les grandes machines, et s'il survenait un événement qui augmentât ces pertes, et qui, dans le système à grandes machines, ne permettrait plus de faire avancer le convoi, on pourrait, à l'aide des réservoirs, procurer instantanément une puissance que l'on n'obtiendrait pas du travail simultané de six machines de cent chevaux, et qui serait capable de vaincre les grands obstacles.

4° Par mon système, avec une seule machine pneumatique, dans laquelle je peux faire varier à volonté la course du piston, sans cesser de produire un vide parfait, je veux proportionner toujours la résistance à la puissance, et épargner les frais des machines multiples.

5° M. Mallet rapporte l'épreuve qu'il a faite, que les premiers coups de piston de la machine produisaient, à l'extrémité de la ligne, *dans un temps presque inappréciable*, une ascension du mercure de la hauteur de quatre à cinq pouces. Il est évident, d'après cela, qu'on pourrait se passer de l'établissement des télégraphes électriques, en faisant communiquer le tube avec un des réservoirs voisin du point de départ: le signal pourrait être donné par une pression réglée de manière à faire partir une détente, et mouvoir une sonnerie, dont le bruit pourrait appeler un conducteur, même éloigné; on pourrait même, par différents degrés de pression, transmettre différents ordres.

6° Les stations, dans mon système, seraient horizontales et garnies de rails ordinaires, voies latérales, plates-formes tournantes, etc., comme sur les chemins actuels; lorsque les convois ne devraient pas s'arrêter, ils passeraient, sans obstacle, au moyen de leur vitesse acquise; lorsqu'ils seraient arrêtés, et qu'on voudrait les mouvoir en entier, ils seraient tirés dans telle direction que l'on voudrait, par des câbles légers mis en mouvement, soit par l'arbre du volant de la machine à vapeur, soit par l'impulsion de l'air du tube, entrant dans un réservoir, où il frapperait une sorte de turbine. Il ne faudrait pour cela que très-peu de force, n'ayant qu'à vaincre le frottement des rails horizontaux. On n'aurait, au surplus, à recourir à ce procédé que dans le cas où le convoi devrait en laisser passer un autre; car autrement il pourrait ne s'arrêter dans la station qu'après que le piston, soutenu par le wagon-directeur, serait entré dans le tube suivant, où l'on n'opérerait le vide qu'à l'instant où il faudrait partir.

Il ne serait pas plus utile d'employer des plans inclinés, pour procurer au départ la vitesse voulue; l'action pneumatique serait exercée, dans le pre-

(1) Si la nature des lieux faisait désirer de placer ces réservoirs au-dessus du niveau du sol, ils pourraient être construits en briques et plâtre fort, et ne coûteraient pas davantage.

La puissance de ces réservoirs de vide, et leur imperméabilité étant la base principale des modifications que l'on propose au système à grandes machines, on pourrait, à peu de frais, faire une épreuve préalable d'un de ces réservoirs en plâtre, dans lequel on ferait le vide au moyen d'une machine qui serait mue à bras d'hommes; cette épreuve ferait en même temps connaître la puissance de la machine pneumatique, et ce ne serait qu'assuré du succès que l'on prendrait une détermination à l'égard d'un chemin d'essai.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mier instant, par les deux extrémités, et le vide pourrait agir immédiatement sur le convoi presque avec toute sa puissance.

Ainsi, les lignes horizontales ne seraient pas déshonorées par l'introduction de plans inclinés sur leur parcours.

7° Les croisements de chemins, au niveau ou au-dessous de leur niveau, à une hauteur quelconque, qui ne permettrait pas d'établir des ponts fixes, se feraient au moyen de tabliers ou sorte de ponts-levis, qui s'abaisseraient sur le tube, au moment du passage, et se relèveraient aussitôt après, pour servir de barrières.

8° Il n'y aurait aucune distinction de convois de voyageurs et de convois de marchandises; ils seraient toujours mixtes, les marchandises placées en tête, afin de mieux rassurer contre la crainte d'accidents, et jamais on ne les verrait obligés de partir à vide.

Le système atmosphérique aurait la propriété de procurer, pour les marchandises, ainsi que pour les voyageurs, la plus grande vitesse à aussi bon marché que la vitesse la plus faible, et c'est là un avantage sur lequel il me semble que M. Mallet n'a pas assez insisté; car, dans le système actuel, bien que la pratique, ainsi que la théorie, démontrent que les grandes vitesses ne s'acquièrent que par une énorme augmentation de dépense, pour peu surtout que l'on aille en montant; on voit cependant que tous les efforts tendent continuellement à procurer ces grandes vitesses, et l'on n'est réellement arrêté que par la crainte des accidents, crainte qui ne devra plus avoir lieu, après la suppression des locomotives et les perfectionnements qui doivent être apportés dans la construction des wagons.

Il y a ceci de particulier dans le système atmosphérique, avec les réservoirs de vide, que l'on ne voit aucun rapport entre la puissance motrice et les quantités de mouvement des convois; quelle que soit la vitesse, la force de pression peut rester sensiblement la même, parce qu'à l'opposé des systèmes réglés par les principes ordinaires de la mécanique, l'action de la puissance ne se trouve exercée ici par l'intermédiaire d'aucun levier; elle suit toujours la résistance, et l'on peut dire d'elle *qu'elle monte en croupe du piston.*

Non-seulement on n'augmenterait pas les frais de traction en conduisant les marchandises aussi vite que les voyageurs, mais il est facile de voir que ces frais seraient diminués, puisque, pour procurer cette plus grande vitesse, il ne faut, pendant un temps très-court, qu'un très-faible excédant de la puissance sur la résistance, tandis qu'en doublant la durée du parcours, avec une pression presque égale, on double les pertes qui résultent de la rentrée de l'air extérieur, pertes que M. Mallet a trouvées être proportionnelles aux temps, et qui absorbent à elles seules la moitié de la puissance motrice.

Par cette propriété du système atmosphérique ainsi modifié, de procurer les plus grandes vitesses pour des prix extrêmement modiques, le problème de l'application des chemins de fer au transport des marchandises de toute nature, se trouverait complétement résolu; les tarifs pourraient être abaissés, et rester *rémunérateurs*, et les énormes dépenses qui se font, aux frais de l'État, profiteraient du moins à un plus grand nombre de Français (1).

Un autre avantage résultant du système à petites machines et réservoirs, est que, chaque tube n'étant occupé, pour le passage d'un convoi, que pendant six ou sept minutes, on pourrait effectuer, dans une heure, le passage de huit convois, dans le même sens; on ne le ferait pas en moins de trois heures dans le système décrit au rapport de M. Mallet; cet avantage serait particulièrement senti dans le cas de mouvement militaire; huit mille hommes, en huit heures de temps, seraient portés de Paris à Lyon.

9° Je terminerai, Monsieur le Ministre, par une dernière observation sur le rapport de M. Mallet. Ce rapport, ayant démontré que le système atmosphérique peut transporter des convois sur de très-fortes rampes, propose d'adopter, pour maximum, dans la pratique, celle de 25 millimètres par mètre, et d'effectuer, d'après cette base, le tracé des différents chemins sur lesquels on voudrait appliquer ce système; on suivrait, pour les pentes inférieures, les ondulations que le sol pourrait offrir; afin de diminuer les dépenses de premier établissement des chemins.

Avant d'avoir eu connaissance du rapport de M. Mallet, j'avais calculé,

(1) Si l'on pouvait trouver une soupape qui ne laissât point rentrer d'air dans le tube, les frais de traction sur les lignes horizontales ne seraient pas plus d'un tiers de centime par kilomètre, et par tonne de poids brut; mais on peut, d'après les dernières épreuves, les évaluer à deux tiers de centime.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme lui, ce que le système atmosphérique conduirait sur des rampes diversement inclinées, et nos résultats sont d'accord ; il trouve que, sur la ligne horizontale, on pourrait remorquer des convois de deux cent quarante tonnes, et que, sur la rampe de 25 millimètres, on pourrait les avoir à trente tonneaux; de sorte que, pour transporter la même quantité de marchandises, il faudrait, avec la même pression dans le tube, huit fois plus de voyages sur la rampe de $0^m,025$ que sur la ligne horizontale. La question est donc de savoir dans quels cas il pourra être utile de diviser ainsi les convois : cela dépendra nécessairement de la situation des lieux.

S'il s'agissait de partir d'un point inférieur, pour arriver à un point culminant, ainsi que cela était quand on a fait le Chemin de Rive-de-Gier à Saint-Étienne, et que la ligne la plus courte pût être tracée sur la rampe de $0^m,025$, on devrait certainement le faire, car si l'on voulait, par exemple, réduire la résistance à moitié, pour conduire des convois doubles, supposant le coefficient des frottements égal à 0,005, la résistance totale sur la rampe de 0,025, serait représentée par 0,030 ; il faudrait donc que la résistance totale du convoi sur le nouveau Chemin, ne fût que 0,015, et que, par conséquent, l'inclinaison du chemin ne fût que 0,010. De sorte que sa longueur, pour atteindre le sommet, serait deux fois et demie plus grande ; la durée du trajet, pour conduire le double convoi, serait donc augmentée dans le rapport de 20 à 25 ; les pertes, pendant ce temps, s'augmenteraient dans la même proportion.

Il y aurait donc désavantage à chercher la pente plus douce, et sous le rapport du temps, et sous celui de la puissance, indépendamment de la dépense deux fois et demie plus grande (toutes choses d'ailleurs égales), pour l'exécution du chemin.

Mais si, au lieu de cela, il s'agit d'établir une ligne entre deux points de niveau séparés par un contrefort, qui est maintenant franchi par une route où la rampe est de 0,025, mais que l'on pourrait contourner horizontalement, en faisant un trajet double ; selon le principe de M. Mallet, le chemin devra suivre la route; cependant, il faudra, dans ce cas, huit voyages pour passer le convoi, qui n'en exigerait qu'un sur la ligne horizontale. Nommant D la plus courte distance, que je suppose égale à la longueur d'une station, et V la puissance qui y fait et entretient le vide au maximum pendant la traversée dudit espace D, la puissance totale employée à faire passer le convoi, dans les deux cas, pourra être représentée sur la ligne horizontale par $V \times 2D$, et sur la ligne directe par $8V \times D$. On dépensera donc quatre fois plus de force et de temps pour suivre la ligne directe que pour contourner le contrefort par un chemin de longueur double, et, en compensation de ces pertes, et de temps, et d'argent, et des inconvénients perpétuels de la désorganisation du service par la division du convoi, on n'aurait que l'économie de l'intérêt d'un capital égal à la valeur du chemin, intérêt qui, sur une ligne de bonne circulation, pourrait être payé par le prélèvement d'un centime par voyageur et par tonne de marchandises, à raison de chaque kilomètre ; et cette économie, de l'intérêt du capital, ne profiterait en rien à la compagnie exploitante, qui ne recevrait que le prix du tarif pour la courte distance, comme s'il n'eût pas fallu diviser le convoi ; c'est-à-dire qu'elle ne recevrait que moitié de ce qu'elle aurait touché, en ne dépensant que le quart.

Voilà ce qui serait à considérer, lors même qu'il ne s'agirait que de la seule station dont nous venons de parler; mais que serait-ce si cette station faisait partie d'une grande ligne dont le surplus, étant horizontal, et ayant ainsi la faculté de conduire des convois entiers, recevrait des transports assez considérables pour y utiliser la puissance de toutes les machines ? Il faudrait, par l'effet du seul contrefort que l'on voudrait franchir, au lieu de le contourner, réduire tous les convois au huitième de ce qu'ils pourraient être, c'est-à-dire priver la compagnie des sept huitièmes de ses recettes, et le public de la jouissance du chemin ; il ne pourrait pas autrement y avoir un service régulier.

L'inconvénient de ce contrefort serait ainsi infiniment plus grand que dans le système à locomotives, où, à l'aide de machines supplémentaires, on peut diviser les convois, mais faire marcher le tout ensemble; ici, chaque huitième exigerait le même temps que le convoi entier sur une station de la ligne horizontale, car il ne pourrait rentrer un piston dans le tube qu'après la sortie du précédent.

Disons-donc, contre l'opinion que l'on cherche à propager, qu'il ne faut pas se bercer du chimérique espoir de voir les chemins atmosphériques *avan-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tageusement établis sur les accotements de nos grandes routes, en suivant, et par monts et par vaux, leurs ondulations verticales, et qu'avec ce système, pas plus qu'avec les locomotives, si l'on tient à obtenir l'économie dans les transports, il ne faudra renoncer aux moyens de tracer les chemins sur des pentes douces, et, surtout, d'éviter les contre-pentes qui ne sont pas indispensables. Le système atmosphérique procurera la faculté de transport et à *grande vitesse*, sur les rampes même de 0,050, qui ne pourront pas être évitées des convois d'un faible poids; ce sera parfois une ressource utile, mais il ne faudra y recourir qu'en cas de nécessité absolue, car souvent, dans ces circonstances on sera obligé de doubler et de tripler la voie et les machines, pour peu que la circulation soit grande.

On ne saurait donc établir aucune règle fixe pour le tracé des chemins atmosphériques; chaque ingénieur avisera selon les circonstances, et je crois que pour être bien faits, c'est-à-dire de manière à procurer un service facile, et à tirer le plus grand produit des dépenses cumulées d'exploitation et d'intérêt des fonds de premier établissement, ces tracés exigeront encore plus de calculs et de soins que pour les lignes à locomotives; il faudra même une étude attentive pour placer les points de station de la manière la plus convenable.

Il doit suffire au système atmosphérique d'avoir, sur tous ceux à locomotives, indépendamment de la faculté de surmonter, au besoin, de fortes rampes, le précieux avantage *de faire cesser sur les chemins de fer, presque tous les dangers*, en y doublant même les vitesses, et admettant des rayons de courbure réduits à 200 mètres, ce qui est plus que suffisant; de faire, sans plus de dépenses avec les grandes vitesses qu'avec les vitesses faibles, les transports de toute nature, et, *par les modifications que j'y propose*, de réduire ces dépenses au tiers au plus de ce qu'elles seraient à l'aide des locomotives (1); mais, dans ce système, comme dans le système actuel, les plus beaux résultats seront toujours obtenus sur les lignes qui s'éloignent le moins de l'horizontale.

Telles sont, Monsieur le Ministre, les considérations nouvelles sur lesquelles j'ai cru devoir appeler votre attention; peut-être vous feront-elles juger convenable de demander un nouvel avis au conseil des ponts et chaussées, car, sans avoir changé de nom, le système atmosphérique changerait bien dans ses résultats, par les modifications que j'y indique, et, entre ces deux manières d'être, il y a, je crois, la même différence qu'entre une plante qui, dans un mauvais sol, végéterait à peine, et la même qui, dans un sol propice, peut devenir un arbre gigantesque, et le jour n'est pas loin, je crois, où ce système sera le seul, car les voyageurs ne se contenteront plus de marcher à huit ou dix lieues à l'heure, quand un bloc de pierre en fera vingt.

J'ai l'honneur d'être, avec respect,

Monsieur le Ministre,

Votre très-humble et très-obéissant serviteur,

ARNOLLET,

Ingénieur en chef en retraite.

Paris, 7 avril 1844.

(1) Il est peut-être bon de considérer encore que les systèmes à locomotives dépensent une énorme quantité de charbon de première qualité, tandis qu'avec les petites machines fixes, qui le plus généralement seront à condensation, on pourrait n'employer qu'une quantité de charbon bien moins grande et de *qualités inférieures*, et que les houillères de cette nature sont les plus communes en France.

Chemins atmosphériques de formes diverses.

Voici d'abord, sur ce sujet qui paraît beaucoup préoccuper aujourd'hui les ingénieurs et les inventeurs, la lettre adressée à M. le sous-secrétaire d'État des travaux publics, par MM. Mallet et Henry.

« Notre procédé consiste à disposer au-dessus du tube pneumatique une cuvette demi-cylindrique longitudinale, qui régnerait sur toute la longueur de l'ouverture destinée au passage de la tige de jonction du piston avec les wagons.

» Dans ce demi-cylindre ou cuvette longitudinale se loge un rouleau élastique de même diamètre.

» La fente longitudinale destinée au passage de la tige a $0^{m},04$ de largeur, le demi-cylindre ou cuvette, et le rouleau de 7 à 8 centimètres de diamètre.

» Le rouleau-soupape consiste principalement en un câble élastique et flexible de fil de fer de 2 à 2 1/2 centimètres de diamètre, semblable à celui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui est employé dans le railway de Blackwall, et qui va l'être sur les plans inclinés du chemin de fer de Roanne. Pour atteindre le diamètre de 7 à 8 centimètres et donner à cette soupape la souplesse et l'imperméabilité convenables, on roule autour du câble de fil de fer du drap feutré imprégné d'une dissolution de caoutchouc et de gomme laque à faible dose dans l'huile essentielle de houille, de manière à coller entre elles, avec cette espèce de *glu marine*, les diverses couches de drap, et en former un seul corps imperméable à l'air, élastique, inaltérable et résistant au frottement. On pourrait, au besoin, envelopper le tout d'un cuir gras, mais cela ne nous semble pas nécessaire.

» Ce câble ou rouleau, étendu sur toute la longueur de la cuvette demi-cylindrique, est maintenu à un état constant de tension, au moyen d'un poids suspendu à chacune de ses extrémités, et se mouvant dans un puits dont l'ouverture, de 10 centimètres seulement, est placée à 15 centimètres du rail et à l'intérieur de la voie ; deux poulies, l'une horizontale, l'autre verticale, en détermineraient la direction.

» La tige de jonction est infléchie comme dans le système anglais, et son passage s'opère par le soulèvement du câble au moyen d'un rouleau à gorge placé à 20 centimètres en avant de la tige ; la soupape est remplacée dans le fond de la cuvette par la pression d'un rouleau avec poids ou ressort fixé à l'arrière du wagon de traction. »

M. Arnollet, ingénieur en chef en retraite, a de son côté adressé au même ministre une lettre en date du 7 avril dernier, rapportée ci-dessus et à la suite de laquelle il donne ainsi qu'il suit un extrait du mémoire descriptif qu'il a publié sur un mode particulier d'établissement pour les chemins de fer dits atmosphériques.

« Au lieu d'appliquer directement la puissance des machines à faire le vide dans le tube de propulsion, en suivant la marche du piston, on propose d'employer leur action par un intermédiaire accumulateur du vide, qui permettrait de laisser travailler ces machines sans interruption et de les avoir ainsi d'autant plus faibles qu'il y aurait moins de circulation sur le chemin.

» Cet agent intermédiaire se composerait d'un ensemble de réservoirs, réunis en nombres plus ou moins grands, et dont la capacité pourra également varier selon la nature du service.

Pour faire apprécier l'effet de ce procédé, nous supposerons que les réservoirs *imperméables à l'air* sont tous d'égale dimension entre eux, et d'une contenance égale à la moitié de celle du tube entier, dans lequel on voudra faire marcher le piston ; nous supposerons de plus, que le vide est fait dans tous ces réservoirs, de manière à aspirer le mercure à la hauteur de 0 mètre 72 centimètres, et qu'ils peuvent tous communiquer soit avec la machine, soit avec le tube, de même que communiquer entre eux, ou rester entièrement isolés, selon la volonté du directeur de la station.

» Cela posé, au signal donné de l'approche d'un convoi, on ouvre la communication d'un réservoir avec le tube; l'air du tube entre en partie dans le réservoir et se trouve à l'instant raréfié au tiers, et prend une force d'aspiration de 0 mètre 24 centimètres de hauteur de mercure ; isolant après cela le premier réservoir, on ouvre la communication du second avec le tube et (abstraction faite de la rentrée de l'air par la soupape) l'air resté dans le tube entrant au tiers dans le second réservoir, il n'y aura plus dans ce tube, que les quatre neuvièmes de l'air primitif ; la hauteur d'aspiration du mercure pourrait donc être de 0 mètre 40 centimètres. On trouvera de même qu'elle pourrait être de 0 mètre 50 centimètres en ouvrant le troisième réservoir, de 0 mètre 57 centimètres au quatrième, et arriver de la sorte aussi près du vide parfait qu'on pourra le désirer.

» Ayant ainsi établi dans le tube en peu d'instants, la dilatation qui sera jugée nécessaire pour faire avancer le piston, on devra la maintenir la même, pendant la marche du convoi, par la communication ouverte plus ou moins avec un réservoir, ainsi qu'en faisant aspirer directement la machine dans le tube, pour absorber progressivement l'air qui rentrera par la soupape, et celui qui sera resté dans ledit tube. »

M. J. Gill vient aussi de proposer une méthode nouvelle pour appliquer la pression atmosphérique à la locomotion sur les chemins de fer ; nous allons essayer de la décrire en quelques mots d'après l'inventeur lui-même

« Le tube pneumatique, dans le système de M. Gill, a encore $0^{m},30$ de diamètre. Il s'étend sans interruption *sur toute la longueur de la ligne*. L'ouverture longitudinale a 10 centimètres de large, mais elle n'est point nécessairement continue, ainsi que dans le système atmosphérique ordinaire ; elle peut être interrompue par des barres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étroites transversales, venues de fonte avec le tube, et aussi rapprochées qu'on le juge nécessaire, ce qui fortifie le tube et permet de le faire très-mince. Les deux côtés de l'ouverture ou coulisse offrent un rebord aplati, sur lequel est solidement établi un cuir impénétrable à l'air, ou quelque substance semblable, présentant une surface douce. Une soupape longitudinale, également formée de cuir ou d'autre matière élastique et imperméable, repose sur les rebords. Cette soupape est fortifiée dans sa partie supérieure par des plaques ou de toute autre manière qui n'empêche point sa parfaite flexibilité dans le sens longitudinal. La raréfaction de l'air dans le tube fait naturellement serrer la soupape contre les rebords et prévient tout *coulage* d'air.

» Un tiroir renversé, en métal poli, dont la base est un simple cadre plat, allongé, repose sur les rebords; le fond du tiroir, qui forme dans cette position la partie supérieure, est convexe et soulève la soupape longitudinale; les côtés sont ouverts et laissent ainsi communiquer avec l'intérieur du tube. Aux ouvertures latérales du tiroir sont fixés des tuyaux flexibles communiquant aux ouvertures de vapeur d'une locomotive, et par conséquent aux pistons des cylindres. »

M. A. Faulcon a présenté dernièrement à l'Académie des sciences un système nouveau de chemins de fer atmosphériques dont les détails ci-après pourront donner une idée.

« Le principe fondamental de ce système de propulsion est l'emploi de l'air à une densité quelconque, mais n'excédant jamais 1,50 de l'air ambiant.

» Pour s'assurer de l'efficacité de ce nouveau propulseur, M. Faulcon a construit un petit appareil d'essai qui a donné les résultats suivants.

» D'abord désirant dans ces essais employer le souffle de l'homme, il a mesuré au moyen d'un manomètre à air comprimé l'intensité de ce souffle, et il a trouvé dans trois conditions distinctes et obtenu les pressions suivantes par centimètre carré : 1° $0^{kil.}096$, 2° $0^{kil.}064$, 3° $0^{kil.}048$. Pour appliquer cette puissance à la locomotive, on a fait usage d'un tube élastique de 3 centimètres de diamètre et de 7 cent. carré de section. La première pression de $0^{kil.}096$, appliquée à une surface de 7 cent. carrés a produit une puissance totale de $0^{kil.}68$ qui ont suffi pour mettre en mouvement un cylindre placé horizontalement sur un tube dont le poids y compris la charge était de $24^{kil.}60$. Dans les mêmes conditions, il a fallu une traction directe de $1^{kil.}05$, pour obtenir les mêmes effets.

» Dans une seconde condition un poids de $14^{kil.}60$, a été traîné par $0^{kil.}048$, agissant comme ci-dessus sur 7 cent. carrés et produisant une puissance de $0^{kil.}34$. Pour le même poids de $14^{kil.}60$, il a fallu une traction directe de $0^{kil.}50$.

» Les pentes de 10 cent. par mètre ont été gravies au moyen du souffle ainsi appliqué par le cylindre et son chariot pesant ensemble $4^{kil.}60$ avec une vitesse de 1 mèt. par seconde. Les pentes de 7^{m} à 25^{mm} et même 50^{mm} par mètre ont été gravies avec la charge de $14^{kil.}60$. Cette dernière charge était mue avec une vitesse d'un mètre dans les pentes de 5 à 10^{mm}.

» De ces expériences l'auteur conclut que la puissance est mieux appliquée au moyen d'un tube propulseur agissant par soulèvement et par pression que par traction directe puisque les résultats obtenus sont entre eux comme 2 est à 3.

» Ainsi les locomotives le plus pesantes produisant sur les roues une traction estimée à 1500 kil. pourront être remplacées par un tube propulseur de 357^{mm} de diamètre ayant 1000 centim. carrés de surface qui donnera 1000 kil. de puissance, la pression de l'air étant supposée de 1 kil. par centimètre carré ce qui replacera dans le rapport de 2 à 3 trouvé ci-dessus.

» Quoi qu'il en soit M. Faulcon propose de donner dans l'application un diamètre de 412^{mm} au tube propulseur afin d'obtenir un excédant de puissance pour compenser les frottements de l'air et les pertes.

» D'après ce qui précède la quantité d'air à projeter dans le tube propulseur pour obtenir une vitesse de 32 kilomètres à l'heure ou 9 mètres par seconde sera égale à la surface de la section du tube $1333^{cent.\ car.} \times 9 = 1^{m.\ car.}20$ qui exigeront une puissance de 160 chevaux pour les machines stationnaires.

» *Description de l'appareil.* Au milieu de la voie de fer on placera dos à dos deux demi-tubes en tôle de 5^{mm} d'épaisseur ou un seul tube. La seconde moitié de ces tubes serait en toile imperméable et fixée sur les rebords des demi-tubes en tôle. Des roues horizontales ou une verticale presseraient au moyen de ressorts et feraient coïncider la partie flexible du tube sur le fond concave de tôle, de manière à ce que l'air ne puisse passer de l'avant à l'ar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rière. Des appareils seraient disposés pour écarter les roues des tubes, afin de laisser passer l'air dessous dans les temps d'arrêt, et permettraient d'abaisser ces mêmes roues au moment du départ.

M. Faulcon estime que le prix du kilomètre de chemin de fer établi d'après son système à double voie, le demi-tube en tôle étant de 5mm d'épaisseur, serait de 245,000 francs.

Cordes et courroies en peau d'anguille.

Dans une des dernières séances de la Société des arts de Londres, un bijoutier-joaillier, M. J. Williams, a présenté des cordes et courroies en peau d'anguille, qui, selon lui, surpassent de beaucoup toutes les autres par leur longue durée. « Je fais usage, dit-il, depuis vingt ans de cordes en peau d'anguille pour percer des trous dans les perles et les diamants, et j'ai pu ainsi reconnaître leur bon usage et leur utilité. J'ai essayé les ficelles de toute espèce qui ne durent pas une heure, et j'ai employé les cordes à boyau qui ne sont pas beaucoup meilleures. Une peau d'anguille en trois ou quatre fils, et du même diamètre que les cordes à boyau ou les ficelles, dure au moins trois à quatre mois, ce qui démontre combien elles s'usent peu. J'en ai quelquefois abandonné plusieurs sur les planches poudreuses de l'atelier pendant 10 à 12 mois de l'année, jusqu'à ce qu'elles soient devenues tout à fait dures, et cependant elles se sont encore montrées tout aussi résistantes et aussi bonnes qu'auparavant. Je ne doute pas que cette matière, appliquée à plusieurs mécaniques, au même objet, ne soit propre à rendre de très-grands services dans les arts. »

Métier mécanique à tisser les draps.

On annonce que M. C. Schmidt-Goulden, de Bischwiller, est parvenu à construire un métier mécanique pour le tissage des draps qui fournit un travail très-régulier, et fait par jour 10 à 12 mètres de drap ou cuir de 2m,50 de large, en n'exigeant pour le diriger que l'emploi d'une femme ou d'un enfant. On peut aussi y appliquer avec une extrême facilité le mécanisme de Jacquard pour obtenir des dessins et façonnages réguliers. La force d'un cheval suffit pour mettre en activité douze de ces métiers qui n'occupent d'ailleurs que les deux tiers de l'espace exigé par les métiers ordinaires. La tension de la chaîne s'opère par le frottement réglé à volonté d'une courroie sur une surface cylindrique en fonte bien polie et qui s'arrête mécaniquement aussitôt qu'un des fils de la chaîne vient à se casser. Le temple est mécanique et les navettes en fer-blanc, d'une construction particulière et très-légères ; elles marchent sur rouleaux en liége non susceptibles de se contourner.

BIBLIOGRAPHIE.

Manuel du Voilier, ou *Traité pratique du tracé, de la coupe et de la confection des voiles,*

Par M. J.-F.-M. Lelièvre, maître voilier au port de Cherbourg. In-12, fig. 1844. A Cherbourg, chez l'auteur, Grande-Rue, 42 ; à Paris, chez Roret. Prix : 3 fr.

Le tracé, la coupe et la confection des voiles, sont un art d'une grande importance dans le gréement des bâtiments tant de l'État que du commerce, mais sur la pratique duquel on n'a presque rien écrit. Les dictionnaires de marine de Bourdé-Villehuet, Romme, Willaumez, l'encyclopédie méthodique ne renferment presque rien à cet égard ; les traités spéciaux sur le gréement tels que ceux de l'Escalier et autres ne sont guère plus riches en instructions pratiques sur cette matière ; enfin le traité de la voilure de Romme est un ouvrage imparfait et qui est loin de renfermer les instructions nécessaires non-seulement pour les voiliers de profession, mais même pour les marins.

Le manuel que nous annonçons vient donc fort à propos pour combler une lacune dans l'enseignement des hommes qui se destinent à la mer ou aux constructions, mais il a de plus le mérite d'avoir été rédigé par un praticien consommé, et c'est ce dont il est facile de se convaincre à la lecture par le grand nombre de renseignements et d'instructions utiles qu'il renferme et qui n'ont pu être recueillis que par une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

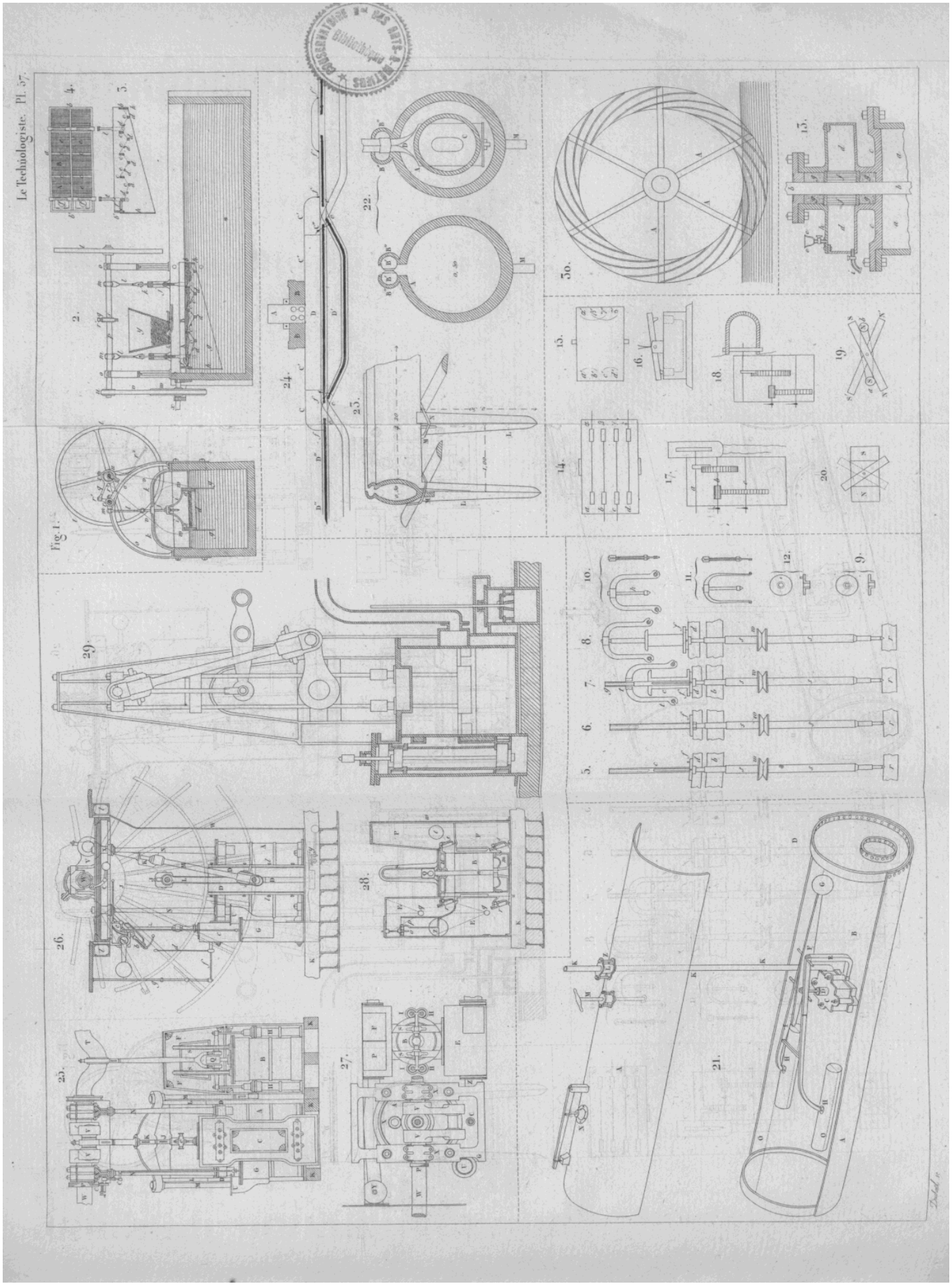
pratique longue et réfléchie tant à la mer que dans les ateliers de voilerie des ports militaires et du commerce.

Dans son manuel, M. Lelièvre, qui ne suppose à ceux qui le liront et qui l'étudieront que la connaissance des premiers éléments du dessin linéaire et des quatre premières règles de l'arithmétique, s'occupe d'abord des données qui sont nécessaires pour déterminer les proportions des voiles et établir le plan d'une voilure neuve, puis indique le tracé des vergues, des cacatois, dès guis, etc., sur les plans de voilure, détermine sur ces mêmes plans l'emplacement des empointures, des points d'écoutes et d'amures afin de tracer les côtés et les bordures des voiles à vergues; de là passe au tracé des bouts-dehors, des vergues de bonnettes, des drailles, et aux proportions des focs, voiles d'étai, etc. Il s'occupe ensuite de la manière dont on prend à bord les dimensions des différentes voiles pour arriver enfin au tracé, à la coupe et à la confection de ces voiles. Afin de bien faire comprendre les procédés qu'il indique pour ce travail il prend pour exemple le tracé, la coupe et la confection d'une petite brigantine et entre pour cette voile dans des détails très-étendus en indiquant un mode de répartition pour établir la coupe totale de bordure; il énumère ensuite successivement toutes les modifications qu'il convient d'apporter au procédé pour l'appliquer à toutes les espèces de voiles qui entrent dans le gréement des bâtiments, et développe une méthode au moyen de laquelle on calcule la coupe des voiles carrées, aurigues, latines et à bourcet sans les tracer, ce qui est un avantage à bord où l'on est souvent dépourvu des instruments nécessaires pour effectuer cette opération. Enfin, après avoir fait connaître la coupe et la confection des tentes, ainsi que les opérations pratiques qui sont nécessaires pour trouver approximativement la quantité de mètres de toile que l'on doit employer à la confection d'une voile, le devis et la structure des manches à vent, il termine par des tableaux étendus portant fixation des espèces de toiles et de la grosseur des ralingues qu'on pourrait employer dans la confection des voiles des bâtiments de tous rangs.

Maintenant il sera facile de concevoir, malgré la nomenclature très-sommaire dans laquelle nous avons été obligés de nous renfermer, que le manuel de M. Lelièvre est le plus complet qu'on ait encore publié sur le sujet qu'il traite, qu'avec son secours on pourra former aisément des ouvriers voiliers, apprendre aux jeunes gens qui se destinent au service des équipages de ligne l'état de voilier, ainsi que le prescrit une dépêche ministérielle récente; enfin enseigner aux marins, aux ingénieurs et aux savants eux-mêmes, les moyens de tracer, couper et confectionner ces grands organes du mouvement du navire, afin qu'ils puissent y appliquer en connaissance de cause leurs observations ou leurs méditations pour les modifier, ou de les perfectionner.

Nous ajouterons que trois bonnes planches renfermant plus de 36 figures, soit coupes, formes ou détails de voiles complètent l'ouvrage estimable de M. Lelièvre, et ajoutent encore à son utilité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS

ET ÉCONOMIQUES.

De la précipitation des métaux par d'autres métaux.

Par M. BECQUEREL.

(Suite.)

Des dépôts métalliques avec adhérence opérés par le contact du zinc.

Dépôts d'antimoine.

Le cuivre se recouvre avec la plus grande facilité d'antimoine en opérant avec la solution de double chlorure, à la température de 70 à 80 degrés. Le métal déposé a un aspect gris-violacé.

Dépôts de bismuth.

Le bismuth se dépose avec assez de facilité sur les lames de cuivre, avec le contact du zinc toutefois. Le dépôt se présente avec un aspect blanc légèrement jaunâtre; il est mat et ne prend le poli que sous l'action de la brosse et du rouge d'Angleterre.

Dépôts d'étain ou étamage.

Le cuivre et le fer s'étament facilement dans le double chlorure de sodium et d'étain étendu à la température de 70 degrés. On obtient immédiatement le brillant et le mat; mais le contact du zinc est inévitable.

Une fois la couche d'étain déposée sur le cuivre, si l'on maintient le contact du zinc, il se dépose bien de l'étain, mais qui n'adhère plus; ainsi les molécules subséquentes qui arrivent ne sont plus dans les conditions voulues pour s'agréger avec celles déposées. L'étamage ainsi obtenu est satisfaisant, et peut être employé dans plusieurs industries.

Dépôts de plomb ou plombage.

Le plombage du fer peut être obtenu directement en plongeant une lame de ce métal nouvellement décapée dans une solution d'acétate de plomb; mais si l'on veut opérer le dépôt sur le cuivre avec la solution de double chlorure, il faut employer le contact du zinc, attendu que le cuivre ne jouit pas de la propriété de décomposer les sels de plomb. Bien que ce métal se dépose sur le cuivre, qui n'a aucune action sur la dissolution de double chlorure, néanmoins il n'est pas possible d'en recouvrir les métaux électro-négatifs à l'aide du contact du zinc. Cette particularité assez remarquable sera le sujet d'une discussion à la fin de ce mémoire. Le plomb déposé n'a pas la couleur grisâtre que nous lui connaissons; quand il est en masse et que sa surface est avivée, il est blanchâtre.

Dépôts de nickel et de cobalt, ou nickelisage et cobaltisage.

Les expériences rapportées au commencement de ce mémoire montrent que ces deux métaux doivent se déposer avec facilité sur le cuivre et même sur le fer, en raison de leur tendance à ad-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hérer au zinc dans la décomposition de leurs sels à l'aide de la chaleur. La simple immersion du cuivre dans le double chlorure, soit de cobalt, soit de nickel, suffit bien pour ramener ces deux métaux à l'état métallique ; mais la couche de métal déposé a peu d'adhérence. En touchant avec un morceau de zinc effilé, le métal déposé devient brillant et très-adhérent ; la couche y adhère assez fortement pour supporter le bruni, soit au rouge d'Angleterre et à la peau, soit au brunissoir.

L'éclat est à peu près celui de l'argent. Il est difficile de distinguer à la couleur le nickel du cobalt. Les pièces recouvertes ne réagissent pas sur l'aiguille aimantée, même sur celle soustraite à l'action du magnétisme terrestre. Cet effet négatif ne peut provenir que de deux causes : ou le métal déposé est réparti en couche trop mince pour réagir sur l'aiguille aimantée, ou bien l'adhérence sur le cuivre constitue un alliage dans lequel les propriétés physiques du métal déposé sont modifiées. Une preuve que la couche est dans un état particulier, c'est que, bien que ses parties aient adhéré les unes aux autres par suite de leur action sur le cuivre, néanmoins les molécules qui arrivent en employant le simple contact du zinc ne peuvent plus s'agréger. L'action exercée par le cuivre modifierait donc les propriétés physiques du métal déposé. Le zinc ne doit toucher qu'en quelques points, car si la surface de contact a une certaine étendue, la pièce devient noire, surtout dans les environs du point de contact. C'est un motif pour éviter le contact immédiat du zinc ; on y parvient en faisant communiquer celui-ci avec le cuivre par l'intermédiaire d'un fil de cuivre.

Si l'on veut employer directement le contact, il faut toucher le revers de la surface que l'on veut recouvrir. J'ai dit que la couche métallique ne réagissait pas sur l'aiguille aimantée ; mais on peut donner à la couche de métal déposé une épaisseur suffisante pour que la réaction soit bien manifeste. J'en parlerai quand je montrerai jusqu'à quel point il est possible de se servir des dissolutions de double chlorure chauffées de 60 à 80 degrés pour augmenter l'épaisseur des dépôts.

Je ferai remarquer encore que pour le nickel comme pour le cobalt les effets de dépôt varient avec la nature du laiton ; qu'il y en a qui donnent les effets les plus satisfaisants, tandis qu'il y en a d'autres qui résistent fortement au dépôt ; ce sont ceux qui renferment une plus grande proportion de zinc. Quant au cuivre rouge, il est toujours employé avec avantage. Quand le cuivre ne se recouvre pas également, ce qui est dû à l'imperfection du décapage, il faut toucher toutes ses parties avec une pointe de zinc ou un morceau de zinc effilé ; on obtient par ce moyen un dépôt uniforme. Pour le cobalt et pour le nickel, il faut opérer dans les conditions d'une température voisine de l'ébullition.

Dépôts de fer.

D'après ce que je viens de dire des métaux oxidables tels que les deux précédents, dans la précipitation avec adhérence, on concevra que le fer doive se comporter de la même manière, c'est-à-dire se déposer sur le cuivre et probablement sur d'autres métaux, par le contact du zinc. L'expérience a confirmé pleinement cette prévision. Le fer déposé sur le laiton affecte la couleur qui lui est propre.

Étamage du fer et du cuivre.

Le cuivre et le fer se recouvrent facilement d'étain de manière à donner un bon étamage. On opère comme les autres métaux. C'est une des opérations les plus satisfaisantes.

De l'intervention des courants plus ou moins intenses pour opérer les dépôts métalliques.

On a vu que la décomposition des doubles chlorures par immersion, à une température convenable, avec dépôt immédiat et adhérent du métal, pouvait s'opérer des deux manières, soit en plongeant seulement la lame de métal destinée à recevoir le dépôt dans une dissolution de double chlorure neutre à une température qui variait de 60 à 100 degrés ou aux environs, suivant la nature du métal, soit quand celui-ci n'était pas assez oxidable pour décomposer la solution en s'aidant du zinc. On conçoit parfaitement que si l'on veut employer l'action d'un appareil électro-chimique composé de plusieurs couples, afin de donner une épaisseur au dépôt métallique, les effets varieront dans ces deux cas. Dans le premier il pourra arriver, et c'est ce qu'on observe le plus fréquemment, que le métal servant d'électrode négatif, ne soit pas rendu par l'action du courant assez électro-négatif pour que la dissolution n'agisse pas sur lui. Dans ce cas,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le contre-courant résultant de cette réaction l'emportera sur celui de la pile, et l'on obtiendra à peu près les mêmes effets que si le métal précipitant fût resté dans la solution. C'est ce qui arrive à l'égard du cuivre, par rapport à la dissolution du double chlorure de platine et de potasse, et des dissolutions de palladium, de rhodium, d'iridium et de plusieurs autres. Il n'en est pas de même dans le second cas, attendu que le métal servant d'électrode négatif n'est pas attaqué par la dissolution, et se recouvre d'une couche métallique par le simple contact du zinc; il s'ensuit à fortiori que si l'on emploie, au lieu du courant résultant de ce contact, l'action provenant de plusieurs couples, le dépôt augmentera nécessairement d'épaisseur. C'est ce qu'on observe avec les dissolutions de cobalt, de nickel, d'antimoine, relativement au cuivre et à d'autres métaux sur lesquels les métaux qui entrent en dissolution se déposent avec adhérence par le contact seul du zinc. On a pris une lame de cuivre dont voici le poids et les principales dimensions :

Poids.	17,150
Longueur.	50 millimètres.
Largeur.	20 millimètres.
Surfaces en millimètres carrés.	1,150

Cette lame, mise en relation avec le pôle négatif d'un appareil voltaïque composé de six couples et fonctionnant avec de l'eau légèrement acidulée par l'acide sulfurique, a été plongée dans une dissolution étendue de double chlorure de nickel et de sodium, semblable à celle dont on avait fait usage précédemment. Ce circuit a été fermé avec un fil de platine en relation avec le pôle positif. Cinq minutes après, la lame été retirée de la dissolution, lavée, séchée et pesée; on a trouvé un accroissement de poids de 3 milligrammes. La lame agissait alors sur l'aiguille aimantée; remise de nouveau en expérience pendant cinq minutes, on a trouvé un nouvel accroissement de 4 milligrammes; en tout, pendant dix minutes, 7 milligrammes; ces 7 milligrammes étaient répartis sur une surface de 2300 millimètres carrés, c'est-à-dire qu'il y avait à peu près 3 centigrammes de nickel par décimètre carré. Les sels de cobalt ont donné sensiblement les mêmes résultats.

Le cuivre qui décompose, comme on sait, la dissolution de chlorure d'argent avec adhérence de la couche métallique, a été le sujet d'une expérience. Une lame de 50 millimètres de longueur et 23 de largeur a pris, sous l'influence du courant, $0^{gr},004$, résultat qui annonce qu'il s'est déposé environ $0^{gr},016$ par décimètre carré.

Avec le cuivre rouge et une solution de double chlorure d'étain et de sodium, on a obtenu, pour une surface de 2300 millimètres carrés, un accroissement de poids de 8 milligrammes en dix minutes, ce qui donne $0^{gr},0328$ d'étain par décimètre carré.

Le fer ne s'est recouvert dans le même temps que de $0^{gr},025$ d'étain.

CONCLUSIONS.

Dans le procédé que je viens de décrire, il y a trois choses essentielles à considérer : la composition de la liqueur dans laquelle entrent un chlorure alcalin et un chlorure métallique en proportion atomique égale, la température de la dissolution, l'adhérence du métal précipité qui cesse d'avoir lieu quand la couche a une certaine épaisseur, bien qu'on l'aide de l'action voltaïque résultant du contact des pièces avec le zinc. Comment se fait-il qu'une double combinaison opère plus facilement la décomposition du sel métallique avec adhérence du métal déposé, qu'en employant une dissolution métallique simple ? Pour répondre à cette question, il faut partir de ce point, que le chlorure métallique étant combiné avec le chlorure alcalin, a perdu déjà une portion de ses affinités; d'où il suit que son action étant moins forte sur le métal précipitant, les molécules du métal précipité ne se précipitent plus aussi tumultueusement que si l'on opérait avec la dissolution simple. En outre, les dissolutions de chlorure alcalin augmentent le pouvoir conducteur pour l'électricité des dissolutions métalliques; ce qui contribue à donner encore une nouvelle énergie aux actions électro-chimiques.

L'action de la chaleur a déjà été examinée au commencement de ce mémoire; je résumerai donc ici ce que j'en ai dit.

L'accroissement de chaleur augmente le pouvoir conducteur et favorise la décomposition en dilatant les corps, et permet aux molécules déposées de s'introduire un peu plus profondément dans les interstices moléculaires.

Les causes de l'adhérence, dans cette circonstance, sont les mêmes que celles qui président à la combinaison du métal précipitant avec le métal précipité; la force d'agrégation propre aux molé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cules du métal précipité n'y contribue en rien, car les nouvelles molécules qui arrivent, quand la surface est recouverte, ne peuvent s'agréger entre elles. Ces causes sont tellement identiques avec celles qui produisent la combinaison, que, si la cohésion n'y mettait obstacle, cette combinaison s'effectuerait par la raison que les états électriques des éléments en présence sont les mêmes que si elle devait avoir lieu.

Je me suis attaché dans ce mémoire à traiter de la manière la plus générale le dépôt d'un métal non alcalin sur les métaux, en m'aidant quelquefois de l'action voltaïque. Cette question présente de l'intérêt, non-seulement sous le rapport des actions moléculaires, mais encore sous celui des applications aux arts; quant à l'intervention de l'action voltaïque, elle est souvent déterminable, comme on en a un exemple à l'égard du cuivre par rapport à la dissolution de cobalt, de nickel. Dans ce cas, le cuivre étant le pôle négatif, on aurait pu croire que l'action était uniquement produite par l'action chimique de l'électricité dégagée dans la réaction de la solution sur le zinc; mais le manque de cohérence des molécules de métal déposé, quand la couche a une certaine épaisseur, montre évidemment que dans les premiers instants du dépôt l'action du cuivre pour le cobalt ou le nickel, bien qu'existante, n'est pas assez forte pour décomposer la dissolution de ce dernier métal; elle suffit cependant pour l'opérer et produire un dépôt adhérent par le contact du zinc. Ce que je dis des dépôts de cobalt, de nickel, a également lieu à l'égard de l'antimoine, etc. C'est dans l'étude des phénomènes de ce genre qu'on peut le mieux étudier les rapports si nombreux, si variés, si intéressants, qui lient les affinités et les forces électriques, rapports qu'on ne doit jamais perdre de vue dans toutes les opérations de chimie où trois corps sont en présence; car il peut en résulter, si l'on tire parti des effets électriques produits dans cette circonstance, une nouvelle énergie dans l'action des forces chimiques dont on ne faisait usage jadis que dans quelques cas particuliers, et qui aujourd'hui est mise à profit, dans les actions chimiques et les actions moléculaires en général, comme la chaleur, un des auxiliaires les plus importants des affinités.

Je terminerai enfin ce mémoire en faisant remarquer que tous les faits qui y sont rapportés reposent sur un principe simple, c'est-à-dire l'emploi des doubles chlorures métalliques et alcalins parfaitement neutres à une température qui varie de 60 à 100 degrés. Ce principe est fécond en applications, puisqu'il s'étend à peu près à tous les sels métalliques non alcalins. Si je n'ai pu donner la loi qui lie tous les phénomènes, j'ai présenté du moins le principe général sur lequel elle repose; une loi enchaîne à la vérité les faits, et en dernière analyse les résume tous; mais le principe est le point de départ des recherches qui conduisent à sa découverte. L'étude des principes doit donc précéder celle des lois, aussi c'est celle qui m'a préoccupé.

Dans un autre mémoire j'examinerai l'action qu'éprouvent, dans les mêmes conditions où j'ai opéré, tous les métaux à l'égard des dissolutions de titane, de chrôme et d'urane, ainsi que la formation des alliages avec ou sans l'influence du contact métallique.

Addition au mémoire sur la précipitation des métaux par d'autres métaux.

Par M. Becquerel.

Sur l'argenture électro-chimique.

Dans mon dernier mémoire, relatif à la précipitation des métaux avec adhérence, j'ai dit que si l'on voulait employer l'action d'un appareil voltaïque, composé d'un certain nombre de couples pour donner de l'épaisseur au dépôt, les effets devaient varier, suivant que le métal était plus ou moins attaqué; qu'il pouvait arriver que si le métal précipitant était trop fortement électro-positif, le courant provenant de quelques couples ne fût pas suffisamment énergique pour le rendre assez électro-négatif, afin que la dissolution ne pût pas réagir directement sur lui; mais qu'il n'en était pas de même pour quelques métaux, comme le cuivre, par exemple, à l'égard des doubles chlorures de cobalt et de nickel, lesquels exigent, pour être décomposés, le contact du zinc. Depuis la lecture de mon mémoire, je me suis attaché à rechercher quels étaient les métaux qui jouissaient de la propriété, avec la dissolution dont je faisais usage, de recevoir des dépôts métalliques d'une certaine épaisseur au moyen des appareils électro-chimiques. J'ai commencé par les dépôts d'argent sur le cuivre, particulièrement le laiton, et comme l'argenture préoccupe beau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coup aujourd'hui l'industrie, j'ai pensé qu'il serait agréable à l'Académie de connaître les résultats satisfaisants auxquels je suis parvenu. Voici la marche que j'ai adoptée à l'égard des pièces de laiton de bijouterie. Ces pièces, après avoir été dérochées et décapées brillant, avec tout le soin possible, sont plongées, pendant quelques minutes, dans le bain bouillant de double chlorure d'argent et de sodium en solution concentrée aussi claire que possible. Aussitôt que la surface est argentée blanc mat, on la met en communication avec le pôle négatif d'un appareil composé de sept à huit couples, en fermant le circuit avec une lame d'argent plongeant dans le même bain et en relation avec l'autre pôle; on laisse continuer l'action décomposante du courant pendant le temps nécessaire pour que le dépôt ait une épaisseur convenable : un quart d'heure suffit ordinairement, comme on le verra ci après. Il faut avoir soin d'agiter la pièce pour éviter que le sel n'adhère pas à la surface. Il faut aussi que les pièces ne touchent pas au fond du vase, qui, pouvant s'échauffer plus de temps à autre, altérerait l'argenture. Cette précaution doit être encore prise par le motif que l'on réduirait le chlorure d'argent en excès, et qui n'est pas dissous; de sorte que la lame se recouvrirait d'argent métallique pulvérulent. L'opération terminée, on retire les pièces de l'eau; on lave et on sèche à la sciure. Si l'on opère en plein jour, il arrive fréquemment que la pièce jaunit sensiblement en la retirant du bain pour la laver et la sécher, ce qui ne peut être dû qu'à la formation d'une petite quantité de chlorure d'argent. On évite cet inconvénient en opérant, non pas dans l'obscurité, mais dans un demi-jour. Je dois indiquer une cause qui tend à altérer la beauté de l'argent : lorsque l'on argente une pièce de cuivre par immersion, la solution prend nécessairement du chlorure de cuivre en échange du chlorure d'argent; de sorte qu'après un certain temps, lorsqu'il y a une certaine quantité de cuivre dans la dissolution, le courant dépose non-seulement de l'argent, mais encore du cuivre. Il suffit, pour éviter cet inconvénient, d'avoir deux bains bouillants, l'un servant à l'immersion, l'autre à l'emploi de la pile.

J'ai dit que l'on employait l'action de cinq ou six couples; mais si l'on s'aperçoit que le précipité n'a que peu ou point d'adhérence, il arrive qu'en diminuant le nombre on obtient une intensité de courant qui détermine l'agrégation des molécules. On parvient quelquefois au même but en variant la température. On doit toujours en agir ainsi quand on opère sur des alliages dont on ne connaît pas bien la composition. Si l'on remplace l'électrode en platine par un autre en argent, il n'est plus nécessaire d'employer autant de couples, par la raison que l'argent étant attaqué, l'électricité circule plus facilement. On y trouve encore l'avantage d'avoir toujours une solution au maximum de saturation de chlorure d'argent.

Voici les résultats de deux expériences qui montreront la quantité d'argent qui peut être déposée dans un temps donné avec quelques couples voltaïques seulement. On a pris une lame de laiton de 3 centimètres de long sur 2 de large, et présentant une superficie de 12 centimètres carrés; pesée avant et après l'opération, elle a donné une augmentation de poids de 2 milligrammes. La différence entre le poids de l'argent déposé et celui de cuivre enlevé était donc dans le rapport de $0^{gr},016$ par décimètre carré. Cette pièce a été soumise ensuite à l'action d'un courant provenant de neuf couples et pendant 10 minutes. L'augmentation de poids a été de $0^{gr},005$. Cette fois il n'y avait pas eu perte de cuivre comme la première, où l'on avait argenté par immersion Il s'est donc déposé près de $0^{gr},05$ d'argent par décimètre carré.

On a fait une autre expérience avec une lame ayant $0^{m},054$ de long sur $0^{m},026$, présentant une superficie de 28 centimètres pour les deux faces. Après l'avoir argentée par immersion, on l'a soumise à l'action de neuf couples, en opérant dans les mêmes circonstances; de deux en deux minutes la lame était retirée du bain, lavée, séchée et pesée. Voici les augmentations de poids obtenues dans sept expériences :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS des expériences.	DURÉE de l'immersion.	POIDS de l'argent déposé.
	minutes.	gram.
1	2	0.011
2	2	0.013
3	2	0.008
4	2	0.010
5	2	0.009
6	2	0 008
7	2	0.007
	Total.	0.066

On voit par ces résultats que dans l'espace de 14 minutes, sur une surface de 28$^{cent.}$,08, il s'est déposé 0^{gr},066 d'argent, c'est-à-dire 0^{gr},23 par décimètre carré, d'où l'on conclut que la couche d'argent a 0$^{mil.}$,23 d'épaisseur à la surface de la lame. Si l'on eût prolongé l'expérience, il est certain que l'épaisseur se serait augmentée en raison du temps. Si l'on jette les yeux sur le tableau, on voit que la quantité d'argent a été en diminuant, et qu'elle n'est pas proportionnelle au temps quand le courant a une force sensiblement constante. Je dois faire observer que la lame étant continuellement en mouvement dans le bain, tantôt au milieu, tantôt sur les bords, il pouvait très-bien se faire que la température ne fût pas partout la même, et que dès lors l'action du courant ne fût pas identique dans tous les instants.

Pour m'assurer si les pièces argentées par la méthode que j'ai décrite réunissaient les qualités exigées par le commerce, j'ai prié M. Mourey de faire donner à ses ouvriers un certain nombre de pièces, sans leur dire comment elles avaient été argentées, afin de les brunir et leur faire subir toutes les préparations d'usage. Ces pièces ont résisté à toutes les épreuves et préparations d'usage; entre autres l'espèce de mise en couleur de M. Mourey, laquelle consiste à tremper la pièce dans une dissolution de borate de soude, et à l'exposer ensuite à une température suffisante pour opérer la fusion aqueuse. Par ce moyen, on dissout probablement le sous-chlorure et en général les sous-sels métalliques. Je dois faire remarquer que tous les alliages de cuivre ne se prêtent pas aussi bien que le laiton de la bijouterie au mode d'argenture dont il est question, principalement ceux qui renferment une forte proportion de zinc, parce qu'alors cet alliage devient assez fortement électropositif. Cet état pourrait être vaincu en employant un courant plus énergique que celui dont je me suis servi. On peut encore, dans quelques cas, obtenir de bons résultats au moyen d'un expédient que je vais indiquer.

Lorsqu'un morceau de cuivre, parfaitement poli et décapé, est platiné par immersion d'après les indications de mon dernier mémoire, ce platiné est très-uniforme et a un beau brillant; mais si l'on touche la pièce avec les doigts humides, les parties touchées se recouvrent d'une couche très-faible de couleur roussâtre, que l'eau acidulée par l'acide acétique enlève immédiatement, et la surface reprend son éclat. Cette couleur roussâtre ne peut provenir que de l'oxidation du cuivre par les interstices moléculaires de platine; car l'on sait que le dépôt de ce métal constitue un véritable réseau. L'oxidation du cuivre, dans ce cas, est d'autant plus rapide qu'il constitue avec le pla-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tine un couple voltaïque ; de sorte qu'il est plus attaqué que si ce contact n'avait pas lieu.

J'ai pensé que si l'on plongeait du cuivre platiné dans une dissolution bouillante de sel marin et de chlorure d'argent qui sert à argenter, le cuivre devait être alors plus attaqué par le chlorure d'argent que s'il n'était pas en contact avec le platine. Il en résulte deux choses par l'action des couples voltaïques cuivre et platine : le chlorure d'argent est décomposé ; l'argent se dépose sur le platine, et s'étend peu à peu au delà, de manière à remplir les interstices ; il s'ensuit que quand la dissolution d'argent ne peut plus réagir sur le cuivre, parce que les interstices moléculaires sont fermés, l'action décomposante cesse ; la pièce lavée et séchée n'éprouve plus ensuite aucune altération. L'argenture obtenue par immersion à l'aide de ce moyen offre une qualité essentielle, une forte adhérence, car elle supporte l'action du brunissoir.

La quantité de platine déposé est tellement minime, que l'industrie ne devra pas être arrêtée par l'opération préliminaire avant de l'argenter. Et, en effet, quand on songe que par décimètre carré il ne se dépose pas 5 ou 4 centigrammes de platine, dont le prix est de moins de 1 franc le gramme, on voit que le centigramme ne revient qu'à 1 centime.

Ainsi, la dépense du platine pour argenter après platiné ne doit pas arrêter. Certaines pièces de laiton, en raison de la quantité de zinc qu'elles renferment, ne peuvent pas être ou ne sont que difficilement argentées par immersion ; et, dans ce cas, l'action d'un courant ne peut être employée, même à l'égard de certains laitons résistants. Dans ce cas, l'argenture après platiné est apte à recevoir des dépôts ultérieurs d'argent par l'action d'un courant.

Les détails que je viens d'exposer dans cette note suffiront aux personnes qui voudront s'occuper du dépôt d'argent sur laiton avec épaisseur.

Je mentionnerai encore quelques faits relatifs à l'argenture du maillechort que j'ai observés. Quand on plonge cet alliage dans une solution bouillante saturée de chlorure d'argent et de chlorure de sodium, il se blanchit et l'argent ne tarde pas à se détacher ; mais il n'en est plus ainsi quand on emploie l'action de quelques couples voltaïques pour opérer, de concert avec l'alliage, la décomposition du chlorure d'argent. Dans ce cas, l'alliage étant moins électro-positif, agit moins tumultueusement, et l'argent adhère alors plus fortement. On peut, au moyen d'immersions successives, lavant et séchant chaque fois à la sciure de bois, augmenter la couche d'argent déposée. Dans une expérience où j'ai opéré avec une lame de maillechort de 51 millimètres de longueur sur 20 millimètres de largeur, j'ai déposé $0^{gr},02$ d'argent ou environ $0^{gr},2$ par décimètre carré. La couche d'argent est mate ; elle prend le poli au rouge d'Angleterre, mais elle ne résiste pas au brunissoir. En ployant les lames à plusieurs reprises, l'argent se détache en lamelles, ce qui est une conséquence de ce que l'argenture ne résiste pas à l'action du brunissoir.

Avec quelques précautions, le fer peut être argenté, mais sans qu'il soit possible de donner de l'épaisseur au moyen de la pile à la couche d'argent déposée. Une des précautions à prendre est que l'immersion ne soit que de très-courte durée, même en s'aidant de l'action voltaïque. Je crois cependant qu'on pourrait arriver à rendre ce métal assez électro-négatif pour que la couche d'argent eût de l'épaisseur et qu'elle adhérât.

Appareil pour la fabrication du prussiate de potasse.

Par M. J. Young.

Cet appareil, qui a été adopté avec avantage depuis quelque temps dans la fabrique de produits chimiques de MM. Muspratt et compagnie à Newton-le-Willows, dont M. J. Young est le directeur, est représenté suivant 2 coupes verticales à angle droit l'une de l'autre dans les fig. 1 et 2, pl. 58, et en plan par-dessus dans la fig. 3. En voici la description.

A est le foyer et *a* le cendrier, B,B les carneaux, CC un vase ou creuset en fer, ayant la forme d'un œuf, établi dans le fourneau dans une position inclinée de gauche à droite. Ce vase présente deux ouvertures, une à chaque extrémité, pour l'objet qui va être expliqué plus bas. D est un arbre creux tournant qui passe à travers les ouvertures du creuset C, et est porté à l'extérieur sur des appuis *g*,*h*. E est un encadrement adapté sur la grande ouverture du creuset, et F' une porte glissante qu'on élève ou qu'on abaisse dans une coulisse pratiquée dans l'encadrement E, et qui ouvre ou ferme toute la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portion de la grande ouverture de C, qui est au-dessus de l'arbre tournant. F' est un tampon de fer qui ferme aussi presque complétement la portion de l'ouverture au-dessous de cet arbre, mais qui est mobile à volonté.

Les matériaux qui servent à fabriquer les prussiates de potasse ou de soude sont introduits et enlevés du creuset C en ouvrant les passages fermés par F' et F². La petite ouverture de C n'a que la grandeur exactement nécessaire pour permettre à l'arbre D d'y rouler librement. G est un agitateur établi sur cet arbre, et qui, tournant avec lui, sert à opérer le mélange des matériaux. H est une roue d'angle calée sur l'un des bouts de l'arbre qui dépassent le creuset ; elle sert à mettre l'arbre en mouvement au moyen d'engrenages convenables et de l'application d'un travail manuel ou d'une force quelconque.

Pendant que l'appareil fonctionne, un courant d'eau froide traverse constamment l'intérieur de l'arbre creux, qui se trouve ainsi tenu froid comparativement au creuset C et aux matériaux qu'il renferme, lesquels sont portés au rouge intense. L'eau froide est fournie par un réservoir convenable, et charriée par le tube I jusqu'à l'intérieur de l'arbre, au moyen d'un assemblage K. Cette eau, après avoir traversé ce tube, se déverse à son autre extrémité où elle est évacuée.

Nouveau mode d'essai pour déterminer la valeur des potasses, soudes et manganèses du commerce.

(Suite.)

II. *Essai des acides pour déterminer leur valeur commerciale.*

Presque tous les acides qui ont quelque importance comme article de commerce sont des mélanges d'acide pur et d'eau en proportions variables, et leur valeur vénale varie en conséquence suivant la quantité d'acide anhydre qu'ils renferment. Pour doser la quantité de celui-ci, on a proposé une foule de méthodes d'essai de chimie pure, et qui reposent toutes sur la saturation de l'acide par un alcali, dont la proportion employée détermine la quantité de l'acide présent. Toutes ces méthodes diffèrent cependant beaucoup entre elles relativement à la manière de conduire l'opération.

Suivant les uns on prépare, comme dans le procédé de l'acide ou de la liqueur d'épreuve de M. Gay-Lussac, une solution titrée alcaline (chaux, ammoniaque, carbonate de soude), et on détermine en volume la quantité qui a été employée de cette solution comme dans l'alcalimétrie ; ou bien on pèse une certaine quantité d'un réactif propre à la saturation et insoluble dans l'eau (ordinairement du spath calcaire pur), et on le met en contact avec l'acide jusqu'à ce que celui-ci soit neutralisé ; puis on détermine, par la diminution de poids du spath calcaire, la quantité de carbonate de chaux qui a été employée, et d'où, par un calcul simple, on déduit aussitôt la proportion de l'acide.

Les premières de ces méthodes d'épreuve présentent cette imperfection inhérente aux méthodes alcalimétriques de Descroizilles, de M. Gay-Lussac et autres chimistes, savoir, que les résultats changent avec la température à laquelle les essais sont faits, température qui augmente ou diminue tant le volume de l'acide que celui de la liqueur d'épreuve ; elles sont incertaines, parce qu'il est difficile de déterminer d'une manière constamment exacte le point de saturation lorsque la liqueur d'épreuve alcaline n'est pas préparée avec un soin extrême, ou que les instruments de graduation ne sont pas parfaitement exacts.

Les autres méthodes offrent cette circonstance désavantageuse, que les acides faibles, même après une longue digestion avec le spath calcaire et une application de chaleur, ne se saturent pas d'une manière complète, et que le spath calcaire est dissous non-seulement par l'acide qu'il s'agit de saturer, mais encore par l'acide carbonique qui est rendu libre, deux sources d'erreur qui rendent impossibles des résultats exacts, et qui frappent bien davantage les yeux lorsque l'une de ces sources ne concourt pas à compenser l'autre.

Principe de la nouvelle méthode. La méthode que nous proposons pour titrer les acides est basée sur un principe tout différent de celui qui a servi à fonder toutes celles proposées jusqu'ici. Elle repose sur la détermination de l'acide carbonique qui peut être déplacé par un certain poids de l'acide à essayer ; elle est applicable à tous les acides qui décomposent complétement le carbonate de soude, que ce sel renferme ou ne renferme pas de matières organiques en dissolution. La manière d'opérer est encore plus simple, s'il est possible, que dans notre méthode alcalimétrique, et son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exactitude, ainsi que nous nous en sommes assurés, ne laisse rien à désirer.

Elle présente cependant un défaut qui lui est commun avec les autres méthodes alcalimétriques ; c'est, de même que celles-ci, de donner comme acide acétique l'acide sulfurique libre qu on trouve souvent dans le vinaigre, et comme acide nitrique l'acide chlorhydrique qu'on rencontre parfois dans le premier, etc. On conçoit donc naturellement que lorsqu'on ne veut pas s'exposer au danger de faire quelque erreur dans ce sens, il faut également, dans l'application de notre méthode, faire les épreuves qualitatives de la pureté des acides qu'on veut soumettre à l'essai.

Pour procéder au dosage de l'acide carbonique, on se sert du même appareil que nous avons employé dans l'alcalimétrie, fig. 2, pl. 55; on choisit pour A un flacon qui puisse contenir 100 grammes d'eau, et qui présente une ouverture aussi grande qu'il est possible et parfaitement ronde. Indépendamment de cet appareil, on a encore besoin d'un petit tube de verre fermé par un bout, fig. 4, pl. 55, et de bicarbonate de soude.

Ce tube de verre se prépare, soit en coupant un tube de cette matière, soit encore plus simplement en enlevant à la lime la partie inférieure d'un tube ou verre à expérience. Son diamètre doit être tel qu'il entre aisément dans le col du flacon H : sa longueur, qu'il puisse être couché horizontalement sur le fond de celui-ci, et sa capacité, qu'il renferme 4 à 5 grammes de bicarbonate de soude.

Relativement à ce dernier sel, il n'est pas nécessaire qu'il soit absolument pur, c'est-à-dire complétement exempt de sulfate de soude et de chlorure de sodium. Il est de même indifférent qu'il soit sec ou humide ; mais une condition indispensable, c'est que ce soit bien du bicarbonate de soude, c'est-à-dire qu'il ne renferme ni carbonate simple ni sesquicarbonate de cette base. C'est sur cette condition que reposent l'exactitude des résultats et le succès des opérations. Par conséquent, avant de consacrer un bicarbonate de soude à une série d'essais, il faut auparavant le soumettre à des épreuves rigoureuses.

Pour les usages pharmaceutiques, on est dans l'usage d'essayer le bicarbonate de soude, en ajoutant à sa solution une solution de sublimé mercuriel ; si lors du contact des deux corps il ne se manifeste d'abord qu'un nuage blanc, on considère le sel de soude comme pur. Mais ce mode d'épreuve manque d'exactitude, et c'est ce dont il est facile de se convaincre, en ajoutant à du bicarbonate de soude un peu de carbonate simple et essayant par le sublimé. Si la quantité du carbonate simple alcalin qu'on a ajoutée n'est pas un peu sensible, on n'obtient toujours dès le commencement qu'un nuage blanc. Il ne convient donc pas de se fier à cette réaction, mais de chercher un autre mode d'épreuve, si on veut compter un peu sur l'exactitude des résultats. Toutefois, comme cette opération demande du temps, et qu'on doit, autant qu'il est possible, en éviter la répétition fréquente, nous recommandons de soumettre préalablement à une purification le bicarbonate de soude du commerce (1).

Pour cet objet, on en prend depuis 1/2 jusqu'à 1 kilog. qu'on réduit en poudre bien uniformément, et qu'on éprouve avant tout par la méthode indiquée ci-dessus, c'est-à-dire par une solution de sublimé. Dans le cas où ce sel a fourni un bon résultat par ce moyen, on le met dans un verre, dans lequel on verse un volume d'eau de pluie froide égal au sien ; on l'y laisse pendant 24 heures en agitant fréquemment, puis on le jette dans un entonnoir au fond duquel on place un peu de coton, et on laisse sa solution couler goutte à goutte, en lavant ensuite à plusieurs reprises avec de petites quantités d'eau de pluie froide. Ainsi traité, tout le bicarbonate de soude est pur, et propre aux essais acidimétriques.

On le sèche entre des doubles de papier à filtre à l'air sans application de chaleur, et on le conserve pour l'usage dans des vases en verre bien clos. Toutefois, si on veut encore, ce qui est plus prudent d'ailleurs, s'assurer de sa pureté par une expérience directe, on en pèse, sans l'avoir préalablement amené à un état déterminé de sécheresse quelconque, deux portions égales, par exemple, de 4 grammes chacune, puis on détermine pour l'une d'elles et par la méthode alcalimétrique indiquée précé-

(1) Au lieu de sel sodique, on pourrait tout aussi bien faire usage du bicarbonate de potasse, mais le premier doit ses avantages non-seulement à son prix qui est la plupart du temps moitié moindre, mais principalement parce que comparativement au sel potassique il dégage une plus grande quantité d'acide carbonique, circonstance qui doit lui assurer la préférence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

demment, l'acide carbonique qu'elle renferme : quant à l'autre, on la dépose dans une capsule ou un petit creuset en platine ou en porcelaine, et on la chauffe sur une lampe à esprit de vin jusqu'au rouge ; on pèse, enlève le sel, prend le poids de la capsule vide, et détermine ainsi celui du résidu. Si l'on trouve que le résidu est, relativement à l'acide carbonique, dans le rapport de 666 à 550, ou si le rapport trouvé ne s'en éloigne pas beaucoup, ce sel est propre aux usages auxquels on le destine ; dans le cas contraire, il faut le rejeter. Si on soumet à la même épreuve du bicarbonate de potasse, le résidu doit, relativement à l'acide carbonique trouvé, être dans le rapport de 885 à 550.

Manipulations. Le procédé s'exécute ainsi qu'il suit. On pèse, ainsi qu'il a été indiqué pour les manipulations alcalimétriques (page 398), dans un flacon A, fig. 2, pl. 55, une quantité déterminée de l'acide (1), (on donnera plus bas les quantités convenables pour les différents acides), puis on y ajoute, dans le cas où on a affaire à des acides concentrés, et suivant le degré de leur concentration, de 4 à 8 fois leur poids d'eau, ou en général la proportion d'eau nécessaire pour que le mélange liquide occupe depuis 1/4 jusqu'à 1/3 de la capacité de A ; en même temps on remplit jusqu'au bord le tube de verre dont il a été question ci-dessus avec du bicarbonate de soude, qu'on y comprime même avec un petit morceau de bois ; on entoure le bord de ce tube près de son extrémité ouverte avec un fil de soie, et dans cet état on le descend dans le flacon A, qui renferme l'acide qu'il s'agit d'essayer, de façon qu'il s'y tienne vertical et surnage, puis on ferme le flacon avec un bouchon, de manière que le fil de soie se trouve pris dans le goulot. L'appareil, du reste, est chargé avec de l'acide sulfurique, et préparé comme il a été dit précédemment. Dans cet état, et après avoir attendu qu'il se refroidisse complétement dans le cas où le mélange d'un acide concentré avec l'eau aurait élevé la température de la liqueur, on le porte sur la balance où on l'amène à l'état d'équilibre. Alors, en desserrant légèrement le bouchon du flacon A, on laisse tomber le petit tube avec le fil de soie dans l'acide, et on referme vivement le bouchon qu'on assujettit aussitôt avec force.

Le dégagement de l'acide carbonique commence immédiatement, et se continue, sans qu'on ait rien à faire à l'appareil, régulièrement sans interruption jusqu'à ce que l'acide soit entièrement neutralisé. En agitant de temps à autre l'appareil, on favorise le dégagement. Quand il a complétement cessé, et que même en agitant le vase on ne voit plus se former de bulles, ce qui même avec les vinaigres les plus faibles ne dure jamais plus d'une heure, alors on plonge le flacon A jusqu'au goulot dans un verre ou un petit pot rempli d'eau, chauffée à une température telle que l'on puisse encore, mais à peine, y tenir les doigts, et on l'y maintient en l'agitant fréquemment jusqu'à ce que le dégagement du gaz qui recommence de nouveau ait entièrement cessé ; alors on enlève le bouchon de cire *b* sur le tube *a* pour empêcher, lors du refroidissement, la résorption de l'acide sulfurique ; on enlève l'appareil de l'eau chaude, on le sèche et on y opère une succion immédiate jusqu'à ce que l'air qu'on aspire n'ait plus la moindre saveur d'acide carbonique.

Dans cet état l'appareil, après son refroidissement et après avoir été complétement asséché, est de nouveau posé sur la balance ; on place la tare dans l'autre plateau, et on remplace l'acide carbonique dégagé par des poids. Du poids de l'acide carbonique on déduit la quantité d'acide anhydre contenu dans la quantité d'acide hydraté énoncé par la règle suivante.

Deux proportions en poids d'acide carbonique sont à une proportion en poids de l'acide anhydre en question, comme la quantité d'acide carbonique trouvée est à l'acide anhydre essayé. Par exemple, si on a essayé de l'acide sulfurique étendu, et qu'il en soit provenu 1,5 gramme d'acide carbonique, on aura la proposition :

$$550\ (2 \times 275) : 501 :: 1{,}5 : x ;$$

d'où l'on déduit :

$$x = 1{,}36.$$

Du reste, pour rendre ces calculs inutiles, nous donnons plus loin la quantité d'acides divers qu'il convient de prendre pour qu'on puisse, du poids de l'acide carbonique déplacé, déduire immédiatement la quantité en centièmes de l'acide essayé.

(1) Pour peser aisément et d'une manière précise un liquide, on verse goutte à goutte en arrêtant avec les doigts le plateau de la balance dans lequel on dépose le flacon, jusqu'à ce que ce plateau trébuche, et on retire l'excédant en y plongeant une baguette mince de verre qu'on retire en enlevant le liquide qui s'y est attaché : on répète cette manœuvre jusqu'à ce qu'on ait atteint l'équilibre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bicarbonate de soude ne saurait être remplacé par du carbonate simple de cette base, attendu que par la présence de ce dernier il se formerait du bicarbonate pendant l'opération même, et qu'on trouverait une perte de poids en acide carbonique trop faible, puisque la solution du bicarbonate de soude n'abandonne pas complétement, par une longue ébullition de la liqueur, la seconde proportion d'acide carbonique qu'elle tient en combinaison. Indépendamment de cela, le bicarbonate de soude se recommande encore par cet avantage important, que pour un équivalent d'acide on obtient toujours deux équivalents d'acide carbonique, et que par conséquent la différence dans le poids de l'appareil avant et après l'opération est double de celle qu'on eût obtenue si on avait employé du carbonate simple; circonstance qui importe beaucoup à l'exactitude des résultats, puisque toutes les erreurs résultant des pesées se trouvent réduites à moitié.

Cette opération présente cela de commode, c'est qu'une fois montée, elle se termine d'elle-même, sans qu'il soit nécessaire d'y prêter de l'attention. Une résorption de l'acide sulfurique est impossible, attendu que le contenu du flacon A, quand on se sert d'acide étendu, est plutôt froid que chaud.

La chaleur qu'on applique après l'opération est indispensable, si on ne veut pas évaluer de 25 à 30 milligr. trop bas le dosage de l'acide carbonique.

Il est facile de se convaincre qu'on a chassé de la liqueur en A par la chaleur, et par l'air qu'on appelle par la succion, tout l'acide carbonique, en tarant l'appareil aussitôt après une application de cette chaleur et une succion, et en chauffant et aspirant une seconde fois pendant plus de temps. On trouve alors que son poids ne diminue plus, ou du moins fort peu (d'après nos expériences, cette nouvelle diminution est renfermée dans les limites de 1 à 10 milligrammes). Au moyen de cette seconde manipulation, on est certain que la liqueur qui provient de la solution de bicarbonate alcalin, et qui reste dans le flacon après l'opération, ne peut plus conserver une quantité appréciable d'acide carbonique; seulement il faut avoir soin d'opérer les succions avec beaucoup de lenteur, attendu que par des appels violents il y aurait des gouttelettes du bicarbonate alcalin contenu dans cette liqueur qui seraient entraînées dans l'acide sulfurique, où elles perdraient leur acide carbonique, et par conséquent contribueraient à une plus grande perte de poids de l'appareil.

Une chose sur laquelle nous croyons à peine nécessaire d'insister, c'est qu'il faut toujours employer à la saturation de l'acide plus que la quantité de bicarbonate de soude qui serait rigoureusement nécessaire, et qu'on ne doit considérer un résultat obtenu comme exact, l'opération étant terminée, que lorsqu'on peut se convaincre, en jetant une petite bande de papier de tournesol dans le flacon A, que la liqueur n'a plus de réaction acide. Cette épreuve est superflue lorsqu'il se trouve encore dans le tube une certaine quantité de bicarbonate non dissous, ainsi que cela doit toujours être. Quoiqu'il soit difficile de donner des règles générales et d'une application usuelle sur la quantité d'acide qu'il convient de peser pour que le bicarbonate de soude dans le tube soit toujours suffisant, il est aisé de déterminer d'une manière approximative la proportion de ce sel d'après le degré de concentration de l'acide, attendu qu'un excès de bicarbonate ne donne lieu à aucun effet nuisible. Si on trouvait, après l'épreuve dans le flacon A, que le papier de tournesol rougit encore, alors il faudrait remplir un second tube avec du bicarbonate, le tarer sur la même balance où l'on a d'abord pesé l'appareil, ajouter la tare de ce tube à celle obtenue d'abord pour cet appareil, puis l'introduire dans le flacon A. Tout le reste s'exécuterait de la même manière que précédemment.

Des quantités d'acides à employer. Afin de pouvoir doser les quantités d'acide anhydre renfermées dans la plupart des acides du commerce par la quantité d'acide carbonique dégagé, et sans être obligé de faire une règle de proportion, nous allons faire connaître la quantité de ces acides qu'il convient de prendre pour que le nombre de centigrammes d'acide carbonique dégagé qu'indiquera la balance donne immédiatement la proportion en centièmes en acide anhydre que renferme l'acide hydraté.

Au lieu du poids indiqué, on peut tout aussi bien se servir de ses multiples suivant que l'exige le degré de saturation de l'acide soumis à l'essai. Toutefois le nombre des centigrammes obtenu doit, pour qu'il corresponde à des centièmes, être divisé par le même nombre qui a servi à multiplier les unités.

On obtient ces nombres par la division de 550 (2×27), équivalent de l'acide carbonique, par le poids atomique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'acide à l'essai, d'après la règle suivante :

Deux équivalents d'acide carbonique sont à un équivalent de l'acide dont on veut trouver le nombre, comme 1,00 gramme acide carbonique est à la quantité d'acide qu'il faut prendre.

Ainsi pour trouver, par exemple, l'unité du nombre par l'acide sulfurique, il faut poser :

$$550 : 501 :: 1{,}00 : x,$$

ou

$$x = 0{,}91.$$

Afin de donner un point de repère, relativement aux multiples de l'unité qu'il convient d'employer dans les essais, nous dirons que ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de disposer l'opération de telle façon que l'acide carbonique dégagé s'élève en poids à 1 ou 2 gram.

I. *Acide sulfurique.*

L'unité de poids à prendre pour cet acide est 0.91 gramme. (On peut, sans inconvénients sur l'exactitude des résultats, supprimer la 3e décimale, le chiffre exact est 0.911 gramme.) Multiples :

2	× 0.911	=	1.822 grammes.
3	× *id.*	=	2.733
4	× *id.*	=	3.644
5	× *id.*	=	4.555
6	× *id.*	=	5.466
7	× *id.*	=	6.377
8	× *id.*	=	7.288
9	× *id.*	=	8.110
10	× *id.*	=	9 110
15	× *id.*	=	15.650

Au moyen de ces multiples, on trouve, sans calcul, tous ceux dont on peut avoir besoin, puisque dans le cas où un acide est déjà trop faible pour que 15 fois son poids ne donne pas la quantité voulue d'acide carbonique, on peut employer les multiples 20, 30 ou 40, nombres qu'on obtient en reculant simplement d'un rang la virgule dans la table ci-dessus.

Quand on réfléchit que la quantité d'acide sulfurique anhydre est presque égale en poids à celle de l'acide carbonique qu'elle chasse du bicarbonate (puisque 0.91 acide sulfurique donnent 1.00 acide carbonique), on trouve aussitôt et sans peine le multiple d'acide sulfurique à divers degrés de dilution qu'il convient d'employer pour qu'il en résulte la proportion d'acide carbonique dans les limites posées ci-dessus, savoir : de 1 à 2 grammes.

Ainsi, avec de bon acide sulfurique anglais, il faudra adopter le multiple 2, et avec l'acide étendu des officines (1 d'acide pour 5 d'eau), c'est le multiple 10 qui sera le plus convenable.

2. *Acide nitrique.*

L'unité du poids qu'il faut prendre est ici 1.22 (plus exactement 1.231). Multiples :

2	× 1.231	=	2.462 grammes.
3	× *id.*	=	3.693
4	× *id.*	=	4.924
5	× *id.*	=	6.155
6	× *id.*	=	7.386
7	× *id.*	=	8.617
8	× *id.*	=	9.848
9	× *id.*	=	11.079
10	× *id.*	=	12.310
15	× *id.*	=	18.465

3. *Acide chlorhydrique.*

L'unité du poids à prendre est 0.83, et plus exactement 0.827. Multiples :

2	× 0.827	=	1.654 grammes.
3	× *id.*	=	2.401
4	× *id.*	=	3.308
5	× *id.*	=	4.135
6	× *id.*	=	4.962
7	× *id.*	=	5.789
8	× *id.*	=	6 616
9	× *id.*	=	7.443
10	× *id.*	=	8.270
15	× *id.*	=	12.355

4. *Acide citrique.*

L'unité du poids à prendre est 1.32, et plus exactement 1.318. Multiples :

2	× 1.318	=	2.636 grammes.
3	× *id.*	=	3.954
4	× *id.*	=	5.272
5	× *id.*	=	6.590
6	× *id.*	=	7.908
7	× *id.*	=	9.226
8	× *id.*	=	10.544
9	× *id.*	=	11.862
10	× *id.*	=	13.180
15	× *id.*	=	19.770

5. *Acide tartrique.*

L'unité du poids à prendre est 1.5, et plus exactement 1.498. Multiples :

2	× 1.498	=	2.996 grammes.
3	× *id.*	=	4.494
4	× *id.*	=	5.992
5	× *id.*	=	7.490

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6	×	*id.*	= 8.988
7	×	*id.*	= 10.486
8	×	*id.*	= 11.984
9	×	*id.*	= 13.482
10	×	*id.*	= 14.980
15	×	*id.*	= 22.470

6. *Acide acétique.*

L'unité de poids à prendre est 1.16, et plus exactement 1.159. Multiples :

2	×	1.459	= 2.318 grammes.
3	×	*id.*	= 3.477
4	×	*id.*	= 4 636
5	×	*id.*	= 5.795
6	×	*id.*	= 6.954
7	×	*id.*	= 8.113
8	×	*id.*	= 9.272
9	×	*id.*	= 10.431
10	×	*id.*	= 11.160
15	×	*id.*	= 17.385

Comme le titre des vinaigres qu'on rencontre dans le commerce ne varie pas beaucoup pour chacun d'eux, le tableau ci-dessus donne pour ces liquides, tout aussi bien que pour les acides précédents, la quantité qu'il faut en prendre ; dans les essais avec les vinaigres forts, le multiple est 60 ; avec les vinaigres faibles, son chiffre est 100, quand on veut atteindre la proportion d'acide carbonique indiquée.

(*La fin au prochain cahier.*)

Explication théorique des phénomènes de la dorure au trempé.

Par M. L. Figuier.

On sait que le procédé suivi pour obtenir dans la nouvelle industrie de la dorure chimique, le dépôt de l'or à la surface du cuivre consiste à faire bouillir pendant longtemps une solution de chlorure d'or avec un grand excès de bicarbonate de potasse ; les pièces de cuivre plongées ensuite dans cette liqueur bouillante se recouvrent immédiatement d'une couche d'or d'un effet magnifique.

On a proposé diverses théories pour rendre compte de ce procédé, et, pour expliquer ce fait curieux, que la liqueur qui ne fournit aucune dorure à froid, dore immédiatement le cuivre à la température de l'ébullition du liquide.

M. Elkington et Wright ont proposé une opinion généralement admise et adoptée dans le rapport de la commission de l'Académie (voir *le Technologiste*, 3e année, p. 109).

Dans cette théorie, l'agent réel de la dorure serait le protoxide d'or dissous dans la potasse, et l'ébullition prolongée de la liqueur alcaline aurait pour effet de ramener lentement le tritoxide d'or à l'état de protoxide par l'action réduisante d'une matière organique accidentellement contenue dans le bicarbonate de potasse.

Comme j'ai démontré, dans la portion du mémoire que j'ai publié relativement aux oxides d'or, qu'il y avait dédoublement de l'acide aurique en protoxide d'or et en acide peraurique, on conçoit que l'opinion ci-dessus n'est plus admissible, et que l'agent réel de la dorure est précisément cet oxide supérieur de l'or éminemment instable qui se produit durant la décomposition de l'acide aurique sous l'influence des alcalis. Je vais d'ailleurs donner ici, pour plus de clarté, l'exposition théorique de tous les phénomènes qui se présentent dans le cours de cette opération. J'ai dû à l'obligeance de M. de Ruolz de pouvoir suivre et examiner dans leurs détails toutes les opérations de cette curieuse industrie.

On commence par faire bouillir pendant quelques heures le chlorure d'or avec un grand excès de bicarbonate de potasse. L'acide carbonique se dégage en très-grande quantité, et le protoxide d'or se précipite aussitôt à l'état d'hydrate avec la couleur jaune serin qu'il présente dans cette circonstance. Sous l'influence de l'ébullition et de l'excès d'alcali, cet oxide se redissout bientôt dans la liqueur en subissant alors sa décomposition ordinaire ; il laisse déposer du protoxide d'or en assez forte quantité.

Le bain étant alors retiré du feu, il se forme, par le refroidissement, un précipité très-abondant, désigné sous le nom de *bourbe*. Ce précipité se compose :

1° De protoxide d'or mêlé d'une petite quantité d'or métallique ;

2° De carbonate et de sesquicarbonate de potasse ;

3° De nitrate de potasse ;

4° De chlorure double d'or et de potassium dus à la présence de l'acide chlorhydrique et du chlorure d'or.

La liqueur contient, outre les sels précédents, de l'aurate et du peraurate de potasse ; portée à l'ébullition, elle dore immédiatement les pinces de cuivre qu'on y plonge.

On comprend facilement que l'aurate de potasse qui, à la température de l'é-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bullition, fournit un oxide d'or extraordinairement réductible, soit éminemment propre à fournir un dépôt d'or à la surface du cuivre. Ce métal décompose l'acide peraurique en s'emparant de son oxigène, et l'or ainsi réduit se précipite à la surface même du cuivre. Cette transformation de l'acide aurique, qui est d'une lenteur extrême dans les conditions ordinaires, se trouve accélérée, et pour ainsi dire provoquée par la présence du cuivre.

C'est précisément cette lenteur excessive de la réaction, jointe à la circonstance très-heureuse, que l'or se sépare dans ce cas avec tout son éclat métallique, qui sert à assurer le succès de ces brillants procédés. Il est donc vrai de dire que, dans cette circonstance comme dans beaucoup d'autres, le hasard a fourni tout d'un coup à l'industrie les conditions les plus favorables que la théorie pût assigner.

Au bout d'un certain temps d'usage, les bains finissent par refuser la dorure, bien qu'ils renferment encore beaucoup d'or. Cela tient à la fois à ce que l'acide aurique ne se décompose jamais tout entier, et aussi à ce que la liqueur contient beaucoup de chlorure d'or de potassium, qui est impropre à la dorure au trempé, ainsi que M. Ruolz l'a reconnu.

Ces bains épuisés présentent un précipité formé d'un protoxide d'or et d'or métallique, de carbonate de potasse, de chlorure d'or et de potassium, de bicarbonate de cuivre et de potasse, outre du cuivre apporté par les bijoux dorés.

La liqueur contient, outre ces sels, un reste d'aurate de potasse non décomposé; elle est très-fortement colorée et bleuie par les bicarbonates de cuivre et de potasse.

Il suffira, pour justifier cette théorie qui est la conséquence des faits que j'ai étudiés sur les oxides d'or, de savoir que l'aurate de potasse ne se décompose facilement qu'à la température de l'ébullition du liquide; or, M. de Ruolz a reconnu que les bains ne peuvent fournir la dorure qu'à la température de l'ébullition; quelque degré au-dessous de ce terme, la liqueur reste sans action sur le cuivre.

On produit dans la même industrie une dorure forte à la surface du cuivre en ajoutant du nitrate d'argent au bain d'or. Dans cette circonstance, le cuivre réduit l'oxide d'argent, et le métal forme avec l'or, qui se dépose en même temps, un alliage présentant une couleur verte qui lui est particulière.

Le sel d'argent qui se forme dans ces bains est très-probablement un chlorure double d'argent et de potassium, sel très-aisément réductible par le cuivre même dans une liqueur alcaline.

Sur le pourpre de Cassius.

Par M. L. Figuier.

Connu depuis quatre siècles, employé depuis bien longtemps dans la décoration des porcelaines et des émaux, le pourpre de Cassius n'a pas cessé d'attirer l'attention des savants. Parmi les anciens chimistes célèbres, et parmi les modernes, il en est peu qui ne se soient occupés de ce composés curieux. Les développements dans lesquels je pourrais entrer sous ces divers points de vue offriraient peut-être un certain degré d'intérêt, mais je crois devoir me borner ici à donner le résultat auquel mes expériences m'ont amené en ce qui touche la composition véritable du pourpre de Cassius.

Si je ne m'abuse, aucune des théories si nombreuses proposées pour expliquer la composition du pourpre de Cassius n'est l'expression de la vérité, et j'espère prouver que le pourpre de Cassius est réellement une combinaison de protoxide d'or et de peroxide d'étain ou acide stannique (1).

Je vais donner immédiatement la preuve qui paraîtra la plus positive à cet égard. Si l'on met en présence le protoxide d'or et l'acide stannique, *on forme de toute pièce le pourpre de Cassius*. Pour faire cette expérience, il suffit de faire bouillir du protoxide d'or avec une dissolution de stannate de potasse; il se forme alors un précipité de pourpre de Cassius, dont l'analyse établit la composition.

J'ajouterai ici quelques autres preuves qui ne paraîtront pas inutiles; ainsi je dirai que les réactifs, tels que l'acide chlorhydrique et la potasse, indiquent dans le pourpre de Cassius l'existence de l'acide stannique sans aucune trace de protoxide d'étain. Je rappellerai de plus que le protoxide d'or et le pourpre

---

(1) L'auteur a fait un examen des oxides de l'or, et a reconnu que ce métal offrait 3 degrés d'oxidation, savoir: un protoxide d'or entièrement inconnu jusqu'à ce jour, un acide peraurique et un tritoxide d'or. Le protoxide se produit dans une foule de circonstances qui ont échappé à l'attention des chimistes, et ne présente d'ailleurs aucune des propriétés qu'on lui assigne. L'acide peraurique est un oxide d'or nouveau, et le plus oxigéné de ces composés. F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Cassius présentent une couleur entièrement identique.

Mais je dois insister sur le résultat curieux auquel m'a conduit l'analyse des différents pourpres de Cassius.

On sait quelle diversité remarquable de résultats a été indiquée par les chimistes qui ont analysé le pourpre de Cassius. En analysant de mon côté les pourpres de Cassius provenant de diverses origines, je n'arrivais jamais à des résultats concordants ou pouvant être représentés par une formule s'exprimant en équivalents ; mais ayant soumis les pourpres à l'action de la potasse bouillante, j'ai trouvé que cet alcali enlève une portion très-notable d'acide stannique, et les résidus de l'action de la potasse étant analysés, donnent pour sa composition la formule :

$$3\,(S\,t\,O^2)\,A\,u^2\,O + 4\,HO.$$

C'est rigouruseement à cette même composition que j'ai été amené en analysant le pourpre de Cassius, formé directement à l'aide du protoxide d'or et du stannate de potasse.

C'est encore cette même constitution que j'ai reconnue au pourpre de Cassius qui se forme par une réaction très-curieuse, anciennement indiquée par B. Pelletier, et qui consiste à jeter de l'étain métallique dans du chlorure d'or. Ce composé offre pour formule celle citée ci-dessus, qui rentrera bientôt dans le cadre des combinaisons ordinaires, si on se rappelle que M. Fremy, dans ses recherches sur les acides métalliques, a montré que l'acide stannique entre dans les sels neutres pour 3 équivalents.

Dans ce cas, le composé précédent représente donc le stannate de protoxide d'or.

Ce qui confirmera la constitution que mes analyses m'ont amené à assigner au pourpre de Cassius, c'est l'existence d'un composé correspondant qui renferme précisément deux fois plus d'oxide d'étain, et qui constitue dès lors le bistannate de protoxide d'or.

M. Berzélius a donné en effet l'analyse du pourpre de Cassius, préparé avec une dissolution d'étain dans l'eau régale. Les nombres qu'il a obtenus, calculés d'après l'idée de l'existence du protoxide d'or, conduisaient à la formule:

$$6\,(S\,t\,O^2)\,A\,u^2\,O + 7\,HO,$$

c'est-à-dire, comme on le voit, le bistannate de protoxide d'or, en admettant 3 ($S\,t\,O^3$) pour l'équivalent réel de l'acide stannique.

Sur le chlorure d'or.

Jusqu'à présent on a rencontré de grandes difficultés pour obtenir des sels d'or rouges et jaunes parfaitement solubles dans l'eau et sans réduction (chlorhydrate de trichlorure, et trichlorure) ; après de nombreuses expériences, j'ai réussi à préparer ces sels d'une manière qui ne laisse, je crois, rien à désirer.

1° Pour préparer le sel d'or jaune, on prend de l'eau régale formée de 3 parties d'acide chlorhydrique, d'une partie d'acide azotique, et d'une partie d'eau distillée. Puis on met une partie d'or *pur* dans une capsule en porcelaine, on verse sur cet or l'eau régale préparée par la formule ci-dessus indiquée. La quantité d'acide doit être double de celle d'or employée. On couvre la capsule avec un disque de verre et on la place dans un bain-marie saturé de sel marin ; l'on chauffe alors ce vase en ayant soin de le maintenir toujours couvert jusqu'à ce que les vapeurs nitreuses aient cessé ; l'on découvre l'appareil ; si l'or n'est pas entièrement dissous on y ajoute quelques grammes d'eau régale, l'on couvre de nouveau la capsule et l'on continue à chauffer jusqu'à complète disparition de vapeur. Alors il faut enlever le disque de verre et le remplacer par un morceau de papier Joseph plié plusieurs fois sur lui-même et continuer l'opération au bain-marie salé jusqu'au moment où en plongeant une baguette de verre dans la capsule et la retirant, le chlorure d'or y adhère, se trouve solidifié ; alors on retire la capsule du bain-marie et le chlorure ne tarde pas à cristalliser en petites aiguilles prismatiques d'une belle couleur jaune tirant sur l'orange.

Le chlorure obtenu de cette manière est entièrement soluble dans l'eau et sans réduction ; il s'emploie avec beaucoup de succès à fixer les épreuves daguerriennes et à plusieurs autres opérations.

Le chlorure d'or rouge (trichlorure), se prépare de la même manière, seulement l'eau régale qu'on emploie s'obtient avec deux parties d'acide chlorhydrique et une partie d'acide azotique. On commence à attaquer l'or sur un bain de sable par un excès d'eau régale; l'on ne se sert du bain-marie que lorsque l'or est entièrement dissous. Pour le reste de l'opération, l'on agit de la même manière que pour préparer le chlorure d'or.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Régulateur d'alimentation pour la chaudière à cuire les sirops dans le vide.

Par M. J. Beaumont.

Jusqu'à présent, dans les différents systèmes de cuite des sirops dans le vide, on a employé deux modes différents pour introduire le sirop dans les chaudières.

Dans le premier de ces modes, on élève le sirop à l'aide d'une pompe du rez-de-chaussée de la sucrerie où il a été filtré dans des réservoirs placés au-dessus des chaudières où on le fait descendre par son propre poids dans le vase, qu'on appelle la *jauge*, à l'aide d'un tuyau pourvu d'un robinet qui sert à ouvrir ou fermer celui-ci. On a élevé diverses objections plausibles contre ce moyen. Entre autres raisons, on a dit qu'il nécessitait un emplacement double pour les réservoirs qui, dans ce cas, doivent être en nombre deux fois plus considérable, et en second lieu, que l'agitation très-grande qu'on fait éprouver à la liqueur par le pompage et le battage, était très-matériellement nuisible à sa qualité.

Suivant l'autre mode, qu'on suit à peu près généralement aujourd'hui, on clôt la jauge aussi bien que la chaudière, et on met la première en communication par le sommet avec celle-ci, de manière à faire le vide, par des moyens quelconques, dans l'une comme dans l'autre; puis on fait communiquer cette jauge, à l'aide d'un tuyau et par son fond, avec le réservoir au sirop établi au rez-de-chaussée. Ce sirop s'élance aussitôt dans la jauge où on a fait le vide, et est transporté ensuite dans la chaudière.

Afin que la jauge puisse se décharger dans cette chaudière chaque fois qu'elle a été remplie, il est nécessaire de fermer pour un moment les tuyaux au moyen desquels on y a fait le vide et monter le sirop, et d'ouvrir un orifice au sommet de ce vase qui, mettant son intérieur en communication avec l'atmosphère, opère, par la pression que celui-ci exerce, le déchargement de la jauge dans la chaudière. Lorsque cette jauge a été ainsi vidée, il faut refermer l'orifice d'admission de l'air et ouvrir de nouveau celui à opérer le vide avant qu'on puisse monter une nouvelle charge de sirop pour la faire écouler dans la chaudière.

La perte de temps qui a lieu ainsi entre ces emplissages succcessifs est le moindre des inconvénients qui résultent de ce mode d'opérer; car, à chaque fois qu'on vide la jauge, il y a une certaine quantité d'air atmosphérique qui reste dans ce vase et qui, lorsqu'on rouvre le tuyau à faire le vide, passe dans la chaudière où il diminue ce vide et s'oppose en proportion de sa tention à l'ébullition et à la cuite. Il faut rarement moins de 10 à 15 minutes après le passage de l'air atmosphérique de la jauge dans la chaudière, pour qu'on ait rétabli dans la chaudière le vide convenable, qui ne doit jamais être moindre de $0^{m},685$.

Les appareils à cuire dans le vide étaient donc susceptibles d'un perfectionnement que vient de réaliser M. J. Beaumont, et qui a été adopté avec succès dans une grande raffinerie.

La fig. 4, pl. 58, représente une vue latérale de la chaudière de construction ordinaire avec les perfectionnements que M. Beaumont lui a appliqués, et la fig. 5 est une coupe sur une plus grande échelle des parties perfectionnées et des pièces adjacentes.

A est la chaudière à cuire dans le vide, et B la jauge au sirop, toutes deux de forme ordinaire. C, est un régulateur d'alimentation établi à la partie supérieure de cette jauge, communiquant d'une part avec elle, et de l'autre avec un petit tube de vapeur D. *a* est un robinet qui sert à introduire ou à interrompre à volonté cette vapeur; *b* un bout de tuyau portant aussi un robinet *c*, qui sert également à établir à volonté une communication entre la jauge B et la chaudière A, et *d* un manomètre monté sur le régulateur pour indiquer la pression de la vapeur tant dans celui-ci que dans la jauge. E est le tuyau pourvu d'un robinet F, qui sert à monter le sirop d'en bas dans la jauge, et G et H, le tuyau et le robinet qui servent à faire écouler le sirop de la jauge dans la chaudière.

Lorsqu'on commence le travail avec cet appareil, on fait le vide ou à peu près, c'est-à-dire qu'on enlève l'air, les gaz ou les vapeurs qui peuvent être contenus dans la jauge B et le régulateur C, en ouvrant le robinet *c* qui les met en communication avec la chaudière. On ferme alors le robinet *c*, ce qui fait affluer le sirop dans la jauge B jusqu'à la hauteur qu'on juge convenable, puis on ferme aussi le robinet F et on ouvre celui H pour faire écouler le sirop dans la chaudière; pendant qu'on opère ainsi, on tourne le robinet *a* d'une quantité suffisante pour n'admettre qu'une très-petite quantité de va-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peur, laquelle, pendant que la jauge se vide de sirop, se dilate et finit par s'étendre, mais avec une très-faible tension dans tout l'espace que celui-ci occupait. En cet état, on emplit et on vide une seconde fois la jauge en opérant comme précédemment et ensuite aussi souvent que cela est nécessaire pendant le roulement d'un journée de travail, sans qu'on ait besoin de faire de nouveau le vide dans la jauge et le régulateur et sans admission d'air.

De peur que, par mégarde, on ne laisse ouverts les robinets *a* et F, cas dans lequel le sirop, montant avec force dans la jauge et le régulateur, pénétrerait dans le tuyau de vapeur D, il y a une soupape conique *e* placée un peu au-dessous du robinet *a*, portant une tige à flotteur *f*, qui, par son élévation, dans le cas où cet oubli aurait lieu, fermerait aussitôt l'ouverture du tuyau D.

Il est facile de voir qu'à l'aide de ce régulateur d'alimentation, tous les inconvénients, résultants des deux modes indiqués précédemment, disparaîtront entièrement. Le sirop est agité le moins qu'il est possible dans son passage à la chaudière; les intervalles entre les remplissages de la jauge sont réduits à une minute ou moins encore; le vide dans la chaudière n'est à aucune époque troublé ou affaibli, et le sirop est maintenu sans interruption au point d'ébullition.

Il paraît que de cette manière on fabrique non-seulement un produit beaucoup meilleur, mais aussi qu'on opère une grande économie de temps dans le raffinage et par conséquent dans les frais pour salaires, consommation d'eau et de combustible. L'économie sous ces divers rapports est évaluée par l'inventeur à 35 pour 100 au moins.

Nouveau mode d'argenture, de dorure, etc., par voie thermo-électrique.

Par M. W. Poole.

Préparation de la dissolution d'argent. On dissout 500 grammes d'argent dans de l'acide nitrique, et on étend de 6 litres d'eau. On précipite l'argent par une solution de carbonate de soude à 35 et 40° C. (500 grammes de carbonate suffisent, si le nitrate d'argent ne renferme pas d'acide libre). On lave le précipité à l'eau distillée chaude, et on filtre.

Dans un autre vase, on dissout 4 kilog. d'hyposulfite de soude dans 12 litres d'eau à 40° C.; on y ajoute 500 grammes de carbonate de soude avec le précipité de carbonate d'argent; on agite jusqu'à ce que l'argent soit dissous, ce qui a lieu au bout de quelques minutes, et on filtre la solution qui est prête pour l'usage.

Dans la pratique, on trouve qu'il est avantageux que la solution renferme de l'hyposulfite et du carbonate de soude libres, et à cet effet on ajoute 500 gram. d'hyposulfite et 175 gram. de carbonate de soude pour chaque 500 d'argent qui s'est déposé.

Au lieu d'hyposulfite de soude, on peut employer celui de potasse, dans la proportion de 1 kilog. de ce dernier pour 500 grammes d'argent à l'état de carbonate, et, dans ce cas, on ajoute 250 gram. d'hyposulfite de potasse et 220 gram. de carbonate de soude en excès pour chaque 500 gram. d'argent déposé.

On prépare aussi une solution d'argent comme précédemment; on la fait bouillir une heure, pendant laquelle il se précipite une portion de l'argent, et l'hyposulfite se transforme en un nouveau sel distinct. La solution est alors filtrée et prête. Dans les deux cas ci-dessus, on se sert des courants électriques pour opérer le dépôt de l'argent.

Préparation de la dissolution d'or. On dissout 30 grammes d'or fin dans l'eau régale; on évapore la solution jusqu'à ce qu'elle prenne une couleur rouge foncé, et cristallise par le refroidissement. On étend le reste de la dissolution avec un litre d'eau distillée et on filtre. On chauffe la solution claire jusqu'à 90° C., et on précipite l'or par une solution d'ammoniaque. On verse sur un filtre et on lave à l'eau chaude. L'or recueilli est redissous dans 5 litres d'eau renfermant 250 grammes d'hyposulfite de soude ou l'équivalent en hyposulfite de potasse, et on fait bouillir une heure. On filtre la solution, qui est alors prête; seulement, pendant la dorure, il est avantageux de la maintenir à une température de 40 à 50°.

En faisant l'application de la liqueur ci-dessus, j'emploie un petit anode d'or : par exemple, du dixième en volume de l'article à dorer, et un courant de deux paires de plaques (si je me sers de la batterie galvanique ordinaire); mais du reste on peut varier l'effet en modifiant la puissance de la batterie ou le volume de l'anode, suivant le désir de l'opérateur.

Préparation de la solution de cuivre. On dissout 500 grammes de carbonate

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cuivre dans 4 kilog. d'hyposulfite de soude (ou un équivalent de potasse), et 500 gram. de carbonate de soude dans 12 litres d'eau distillée à 40° C., et on filtre. La solution claire qui est prête s'emploie à la température de 40°.

Description de la batterie thermo-électrique. On prend cent lingots ou plaques d'argent allemand, renfermant 20 à 25 pour 100 de nickel, et cent plaques de fer de 25 millimètres de largeur, 0m,32 de longueur et 3 millim. d'épaisseur. Ces deux cents pièces sont unies par soudure avec des fils les unes aux autres, c'est-à-dire qu'un lingot d'argent allemand est toujours combiné avec une plaque de fer. Pour obtenir ensuite une forme compacte, on établit d'abord 10 rangées de 20 pièces ou 10 paires, et on soude ces rangées de manière à former un carré comme dans la fig. 34, pl. 56, en ayant soin que dans les pièces soudées l'argent soit parfaitement en communication avec le fer. Quand le tout est bien lié par les fils, on place dans une boîte de tôle *g*, fig. 35, de 0m,40 de hauteur, en ayant soin que les métaux ne se touchent pas entre eux ou avec la boîte en tôle. On remplit cette boîte de plâtre ou d'argile; mais de manière que toutes les parties extrêmes des séries des plaques ou barres soient découvertes, c'est-à-dire que leurs extrémités ne soient pas noyées dans ce plâtre, celles supérieures sortant de 75 millim., celles inférieures de 25. L'argile ou le plâtre sont recouverts à leur surface *a* d'une couche de poix, et enfin la boîte qui renferme les séries de couples est disposée de telle façon que les extrémités inférieures de ces séries, longues de 25 millimètres, plongent dans un bain de sable *b* chauffé presqu'au rouge par le feu *c*. Les extrémités supérieures au contraire, hautes de 75 millimètres, sont tenues aussi froides qu'il est possible; et, à cet effet, on y fait couler un courant d'eau froide qui part du vase *d*, placé au-dessus de la batterie, et s'écoule dans le vase *f*. L'extrémité supérieure des métaux non noyée dans le plâtre ou l'argile, et de 75 millim. de hauteur, peut être vernie à la gomme laque; *h* est l'anode qui part de l'argent allemand, et *i* le fil qui part de la plaque de fer.

Notice sur la fabrication du sucre.

Par M. Dumas.

Depuis quelque temps on parlait beaucoup d'un nouveau perfectionnement très-remarquable apporté à la fabrication du sucre indigène par M. Schuzenbach, et mis en pratique dans quelques usines du département du Nord; j'ai désiré me rendre compte des résultats qu'il avait fournis. Je me suis donc rendu, ces jours derniers, à Valenciennes, où j'ai pu voir les procédés de M. Schuzenbach, installés sur une large échelle, chez MM. Harpignies, Blanquet et comp., qu'on trouve toujours aux premiers rangs quand il s'agit de perfectionner notre fabrication indigène.

Grâce aux détails que ces messieurs m'ont donnés, grâce à la confiance de M. Schuzenbach, qui a voulu déposer entre mes mains une description complète et détaillée de ses procédés avec l'indication des principes qui l'ont dirigé, j'ai pu me former une opinion sur les questions délicates qui vont nécessairement être soulevées, et j'ai cru qu'il était de mon devoir d'en entretenir l'Académie, qui renferme les juges à la fois les plus éclairés sur ces matières, et les mieux placés pour faire prévaloir les droits de la vérité.

Voici les faits:

M. Schuzenbach, par des observations très-fines sur les causes de l'altération qu'éprouvent les dissolutions de sucre dans l'eau, est parvenu à découvrir des procédés très-simples qui permettent de retrouver, sous forme de cristaux, à moins de 1 centième près, tout le sucre cristallisable que renferme une dissolution.

De plus, quand on a reproduit ce sucre en cristaux, il suffit, pour le rendre incolore, de le soumettre à un lavage systématique avec des dissolutions de sucre faites à froid à l'aide des appareils imaginés par M. Schuzenbach; ces lavages se font avec une grande facilité, et, loin de diminuer, la proportion de sucre soumise au lavage augmente notablement de poids.

Enfin, par une dissolution et une cristallisation très-faciles alors M. Schuzenbach convertit en sucre royal la totalité de ce sucre ainsi purifié.

C'est ainsi que cet habile industriel est parvenu à retirer de la variété de sucre qu'on nomme *bonne quatrième*, au moins 80 p. 100 et quelquefois 90 p. 100 de sucre royal. Les membres de la commission qui fut chargée, il y a quelques années, par M. le ministre du commerce, de fixer le rendement des sucres au raffinage, et notre illustre confrère, M. Thénard en particulier, avaient donc tout à fait raison quand ils soutenaient, contre l'assertion de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nos raffineurs, qu'en travaillant bien, on devait retirer de 100 kilogrammes de sucre brut au moins 75 kilog. de sucre raffiné.

Ces procédés de raffinage sont mis en pratique dans un assez grand nombre de raffineries.

D'autre part, M. Schuzenbach a reconnu que le jus de betterave, une fois amené à 30 degrés de Beaumé, peut fournir en grand, par ses procédés, exactement tout le sucre cristallisable qu'on en retire par l'analyse chimique la plus soignée.

Ces procédés ont été mis en pratique sur une large échelle, pendant le cours de cette campagne, dans la fabrique de M. Tirlemont, en Belgique, et avec quelques modifications que le défaut d'appareils rendait nécessaires dans les usines de MM. Harpignies, Blanquet et comp., Harpignies, Delaunay et comp., Leroi, Hamoir, etc.

Partout, le succès a été d'autant plus complet qu'on a pu se rapprocher davantage du procédé imaginé par M. Schuzenbach, et que l'état du matériel n'a pas forcé de s'en éloigner trop.

A Tirlemont, par exemple, où l'on a opéré sur 10 millions de livres de betteraves, on a retiré environ 5,5 de sucre royal pour 100 de betteraves. On estime qu'en raison des circonstances peu favorables cette année, on n'aurait pas retiré plus de sucre brut. D'ailleurs, les frais de fabrication sont demeurés les mêmes que par le passé.

Chez M. Blanquet, on a produit, cette année, 30,000 pains de sucre semblables à ceux que je dépose sur le bureau de l'Académie. Ils ont été amenés à l'état qu'on désigne sous le nom de *sucre tapé*, et le temps n'ayant pas permis d'organiser le matériel nécessaire, en formes de tôle vernie.

Les principes sur lesquels M. Schuzenbach fonde sa nouvelle méthode d'extraction ont donc pour résultat de rendre pleinement praticable une pensée qu'on aurait pu craindre de voir demeurer longtemps encore dans le domaine de la théorie pure; car, il ne sort maintenant des usines qui travaillent d'après ces principes, que deux produits, savoir: du sucre en pain, parfaitement blanc, et de la mélasse tellement épuisée qu'elle ne peut plus servir qu'à la distillation. Toutes les qualités intermédiaires ont disparu, et le rendement, loin d'en souffrir, a sensiblement augmenté.

Ces résultats ont été obtenus d'une manière tout à fait indépendante de l'ancien procédé de dessiccation de la betterave que M. Schuzenbach a le premier mis en pratique sur une grande échelle. Mais, d'après les observations que sa longue expérience lui a permis de faire, cet habile industriel a reconnu que la dessiccation n'était praticable avec succès que sur les betteraves récoltées dans des terrains sablonneux, stériles ou peu productifs, lesquels fournissent bien moins de récolte que les terres si riches du département du Nord, par exemple, mais qui donnent une racine dont le jus n'est pour ainsi dire que de l'eau sucrée très-facile à exploiter. Ces betteraves desséchées se conservent sans altération.

Il n'en est pas ainsi des betteraves qu'on récolte dans les parties de la France qui se sont occupées de cette fabrication. Du reste, M. Schuzenbach a mis à ma disposition tous les renseignements relatifs à la méthode de travail par la dessiccation, qui a été pratiquée sans interruption par un grand nombre d'usines du nord de l'Europe depuis quelques années, et qui, par exemple, cette année même, l'a été dans une seule usine de la Hongrie sur 30 millions de livres de betteraves fraîches par les méthodes ordinaires.

On voit que les procédés de M. Schuzenbach nous donnent le moyen d'extraire sans perte aucune tout le sucre qui se trouve encore dans le jus de betterave amené à 30 degrés de Beaumé. Si on n'en retire alors que 5 à 6 p. 100, il faut en conclure que ce sont les opérations précédentes qui détruisent ou qui altèrent la portion de sucre qu'on ne retrouve pas.

L'attention des chimistes devra donc se porter tout entière sur les altérations que le jus de betterave éprouve au moment du râpage et par la dessiccation, et aussi les moyens de conserver au noir animal toutes ses qualités ou d'en supprimer l'emploi qui, à raison des impuretés dont il se charge, doit avoir de graves inconvénients.

A l'aide de quelques perfectionnements possibles et faciles dans cette partie du travail, la fabrication du sucre de betterave se placera au rang des industries chimiques les plus parfaites; car toute la partie du travail que M. Schuzenbach vient de remanier offre maintenant le mode d'une application sûre des principes de la science à la pratique des ateliers.

Maintenant on est bien forcé de conclure de ces nouveaux faits que la législation des sucres laisse bien des lacunes; car, d'après la base d'évaluation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des qualités pour le prélèvement des droits sur les sucres, on est conduit au résultat fâcheux dont je viens d'être témoin dans une des principales usines du département du Nord, où l'on fait de beau sucre blanc par le procédé de M. Schuzenbach, et où on le pile ensuite pour y mêler 10 pour 100 de mélasse, afin de le ramener au type de la bonne quatrième. Si on ne pratiquait pas cette opération, on y perdrait, à cause de la surtaxe exagérée qu'il faudrait payer au fisc.

Des qualités essentielles que doit avoir la couche sensible dans l'opération du daguerréotype.

Par MM. Choiselat et Ratel.

L'iodure d'argent étant la couche impressionnable sur laquelle toutes les réactions doivent successivement se produire, c'est à sa formation régulière que l'on doit surtout s'appliquer : de là dépend toute la suite de l'opération ; les qualités de cette couche peuvent se résumer dans trois conditions essentielles : richesse, sensibilité, limpidité.

Certaines difficultés s'opposent à la réunion de ces trois conditions, et c'est ordinairement à leur absence qu'il faut attribuer les résultats incertains et défectueux d'un grand nombre d'expériences, résultat dont on accuse souvent à tort, soit la substance accélératrice, soit toute autre cause illusoire. Aussi a-t-on vu se répandre, par suite de ces incertitudes, l'usage de ces nombreux moyens indirects, de ces liqueurs dites allemandes, qui, par leur composition, ont pu donner peut-être un résultat plus assuré, mais au détriment de la sensibilité et de la vigueur du dessin.

Déjà nous avons dit comment la richesse est obtenue en iodant fortement, et la sensibilité par l'addition du bromoforme, etc. ; nous pensons aussi qu'on ne doit pas moins s'attacher à sa limpidité. Son défaut de transparence produit ce fâcheux effet, que la lumière, ne pouvant pénétrer simultanément dans toute son épaisseur, n'agit plus que partiellement ou successivement : de là un trouble grave dans le travail de la chambre noire, et ces trois conséquences malheureuses pour l'épreuve.

Le sous-iodure d'argent n'est plus mélangé intimement avec l'iodure selon qu'il est nécessaire, ces deux corps se trouvant, pour ainsi dire, superposés en deux couches ; par suite, point de vigueur dans les clairs et les noirs de l'image.

Les réactions mercurielles n'ayant lieu que dans les couches supérieures, le dépôt de mercure ne se trouve plus dans une juxtaposition parfaite avec la surface du plaqué : de là point de régularité dans la création du tableau, peu d'adhérence entre le mercure et la plaque, et absence de coloris dans le dessin.

Enfin la lumière, n'agissant plus que progressivement, a toujours achevé le travail des clairs avant d'avoir complété celui des ombres : ainsi point d'harmonie entre les blancs et les noirs, point de détails dans les ombres.

L'oubli de ces trois conditions importantes détermine, dans les épreuves, ces ombres si tranchées là où la nature ne nous offre que des demi-teintes ; c'est également par suite de cet oubli, que l'on regarde à tort comme à peu près impossible de faire venir simultanément un objet d'un blanc pur, et un autre très-noir ; dans ce cas, l'un des deux objets ne viendra, dit-on, qu'au détriment de l'autre ; et cependant, si la limpidité de la couche sensible eût permis à chaque radiation de pénétrer également dans l'iodure d'argent, chaque objet eût apparu rigoureusement selon l'intensité de ces mêmes radiations, car on doit exiger du daguerréotype l'image exacte qui est peinte dans la chambre noire, tous les points de cette image agissant à la fois sur l'iodure, mais avec une énergie différente.

Nous avons déjà signalé la funeste influence qu'exerce sur les épreuves une trop grande accumulation d'iode libre ; or c'est encore son excès que nous devons ici redouter, car, outre qu'il enlève à la plaque cette limpidité indispensable, il étouffe aussi l'action des substances accélératrices, et s'oppose à l'absorption du bromoforme.

En effet, nous avons cherché à démontrer que le bromoforme, bromal, etc., ne peuvent demeurer sur la plaque qu'avec l'auxiliaire du brôme ; ce dernier corps, formant avec l'iode libre un perbromure d'iode, retient avec lui le bromoforme, et tous deux peuvent agir ensuite à la chambre noire. Or, qu'arrive-t-il quand la couche d'iodure a été mal préparée ? L'iode libre étant en plus grande quantité qu'il ne doit être, au lieu d'un perbromure on n'a plus qu'un protobro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mure ; si donc la plaque est mise en cet état à la chambre noire, sa sensibilité sera moindre que dans le premier cas, car nous savons que l'absorption par le brôme de l'iode libéré est en raison inverse de la quantité d'iode qu'il tient déjà en combinaison ; mais, si au lieu d'une simple émanation de brôme, on a recours à l'atmosphère mixte de brôme et de bromoforme, ce dernier ne peut rester dissous dans le brome que si sa tendance à s'unir ne lui est pas détruite, ou du moins considérablement diminuée par la combinaison de celui-ci avec un grand excès d'iode. Telle est sans doute la cause de l'inégalité d'action qu'offrent les substances accélératrices entre les mains des divers opérateurs, cette singulière anomalie étant la conséquence du plus ou moins de limpidité obtenue par suite de quelque négligence, ou d'une appréciation vicieuse dans la préparation de la couche sensible.

Or, les raisons qui s'opposent à une préparation convenable étant très-multipliées, et exigeant ainsi des soins très-étendus, nous avons cherché à rendre ce travail plus facile, et nous croyons que le triple but que nous nous proposons, la célérité, la certitude de l'opération et la beauté singulière de l'image, sera atteint par l'usage d'un iode contenant, outre le brôme, les substances accélératrices que nous avons publiées. On peut arriver à ceci directement ou indirectement, en versant de l'alcool absolu sur l'iode ; si, après que celui-ci a repris quelque consistance, on promène au-dessus un flacon débouché et incliné contenant du brôme, on voit qu'il y a formation de bromal, d'acide brombydrique, et aussi d'un peu d'huile bromalcoolique, qui agissent comme il convient, c'est-à-dire en se mêlant plus intimement et plus abondamment à l'iodure, en contribuant par eux-mêmes à l'absorption du brome, et peut-être aussi en remplaçant l'iode libre en partie.

Si l'on se sert ensuite de bromoforme, on remarquera l'extrême sensibilité que nous avons annoncée ; le mélange auquel nous donnons la préférence, est composé de 8 à 10 grammes de brome contre 20 grammes de bromoforme.

Une plaque ainsi préparée doit présenter les caractères suivants : après l'ioduration, être rouge dans l'angle de réflexion d'un papier blanc, et vert olive translucide, vue de face, sans aucun signe d'opacité ou de couleur différente : après l'exposition aux vapeurs mercurielles, être rouge vif dans les clairs, ou, ce qui vaut mieux encore, d'une couleur bleuâtre tirant sur un violet très-clair. Nous ajoutons qu'il est préférable d'avoir une boîte disposée de telle sorte que la planchette portant la plaque soit isolée de ses parois, afin que la vapeur puisse circuler sans aucun obstacle ; comme aussi d'ioder directement, tamisant seulement la vapeur à travers une étoffe de verre, s'il était possible : les dispositions primitives de M. Daguerre sont ainsi à peu près conservées.

Si parfois certaines boîtes d'iode ont paru meilleures que d'autres, et si des traces d'humidité s'y sont manifestées, on peut, sans doute, l'attribuer à la présence de l'acide hydriolique provenant de la décomposition de matières organiques, condensant l'humidité de l'atmosphère ; il faut obvier à cet inconvénient en exposant la boîte au grand air, ou en ajoutant de l'iode.

Nouvelle formule de bromure d'iode à effets constants.

Par E. DE VALICOURT.

On sait que le bromure d'iode, préparé suivant la formule de M. Gaudin, est un composé très-peu stable. Lorsqu'on s'est donné beaucoup de peine à le faire par voie de tâtonnement à défaut d'un dosage certain, qui aurait dû être indiqué par l'inventeur, il donne à peine, pendant huit jours de suite, des résultats identiques. Il faut ensuite, pour le ramener à son état primitif, y ajouter tantôt de l'iode, tantôt du brôme ; ce sont encore de nouveaux tâtonnements qui font perdre beaucoup de temps et qui trop souvent n'aboutissent à aucun résultat.

Frappé de ces inconvénients, j'ai recherché s'il n'existerait pas une autre combinaison de brôme et d'iode qu'on pourrait facilement préparer *toujours dans les mêmes proportions*, et invariable dans sa composition.

Ce n'est qu'après une expérience de six mois que je me décide à publier la formule à laquelle je me suis arrêté. J'y suis surtout déterminé par l'espoir de mettre un terme à l'empirisme avide de certains spéculateurs qui, faisant mystère de leurs recettes, exploitent la crédulité des amateurs de photographie, en leur vendant de prétendues liqueurs accélératrices ou photogéniques, dont le principal mérite est de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapporter de gros bénéfices à ceux qui les imposent. Ces préparations ont toutes pour base le chlorure ou le bromure d'iode; quelquefois on y ajoute d'autres substances tout à fait inertes, souvent même nuisibles à l'action photogénique. Elles ont en outre le défaut d'être plus lentes que l'eau bromée, et de se décomposer en peu de temps, en sorte qu'on devient de nouveau tributaire de ceux qui les ont fournies (1).

Notre bromure d'iode nous paraît exempt de tous ces défauts.

La préparation en est si facile qu'elle peut être faite en tous lieux, sans poids ni mesures, et par la personne la plus étrangère aux manipulations chimiques.

Les plaques sont convenablement bromées en une minute au plus.

Quant à la promptitude des résultats, elle égale celle de l'eau bromée.

Les teintes des épreuves obtenues à l'aide de ce composé sont aussi riches et aussi vigoureuses qu'en employant toute autre substance, pourvu toutefois que l'iodage soit poussé jusqu'à l'intensité convenable; il donne surtout de très-beaux blancs, rarement solarisés.

Cette liqueur peut se transporter facilement en voyage sous un très-petit volume.

Enfin, sa constance est tellement remarquable, qu'un flacon d'un décilitre préparé au mois de juin dernier, nous a servi pendant près de six mois, et donne encore de très-bons résultats. J'attribue ces effets à la suppression de l'alcool qui, dans le bromure d'iode de M. Gaudin, me paraît une espèce de ferment capable d'y déterminer la fermentation alcoolique, et la formation des acides bromhydrique et iodhydrique.

Voici notre formule, que nous communiquons *sans aucune restriction ni réticence*; les amateurs, seul public compétent, compareront et jugeront.

Préparation du bromure d'iode constant.

Dans un flacon, d'une contenance d'environ 5 centilitres, on verse 30 à 40 gouttes de brôme; la quantité n'a aucune espèce d'importance. On y ajoute ensuite, grain à grain, autant d'iode que le brôme en voudra dissoudre jusqu'à parfaite saturation.

On sera assuré d'être arrivé à cette saturation dès qu'il restera dans le brôme quelques grains d'iode non dissous. On peut les laisser impunément dans le flacon sans compromettre en rien le succès de la préparation.

Le bromure d'iode, ainsi préparé, tient fort peu de place et peut se transporter facilement; mais il serait beaucoup trop concentré pour pouvoir être employé dans cet état (1). Lors donc qu'on voudra s'en servir, on en versera une petite quantité, par exemple un gramme, dans un flacon, et on y ajoutera environ 150 à 200 grammes d'eau de rivière filtrée. On conçoit facilement que le bromure d'iode pourrait être étendu d'une quantité d'eau plus ou moins grande, sans changer le rapport qui existe entre le brôme et l'iode. Nous donnons cette proportion, parce qu'elle nous a paru la plus convenable pour la prompte préparation des plaques, et pour conserver au composé toute sa constance pendant un temps indéfini.

Manière d'en faire usage.

Le bromure d'iode étendu d'eau, ainsi que nous venons de l'indiquer, jouit de toutes les propriétés de l'eau bromée, et peut, suivant la judicieuse remarque de M. Buron, donner des épreuves à toutes les couleurs d'iodage, pourvu que la durée d'exposition au-dessus du bromure soit *proportionnée* à la quantité d'iode préalablement absorbée par la plaque. Nous indiquerons néanmoins comme les nuances d'iodage les plus favorables; le jaune *aussi foncé que possible* (transition du jaune au rose); le rose vif, et le rose rouge ou violâtre.

La plaque étant iodée également, à une de ces couleurs, on verse dans la cuvette à bromer une quantité de bromure d'iode *strictement* suffisante pour couvrir tout le fond. On laisse reposer environ une minute; puis on expose la plaque au-dessus de la cuvette jusqu'à ce qu'on juge, au moyen d'un compteur, qu'elle a absorbé assez de brôme.

On conçoit que la durée de cette évaporation doit varier suivant la température, suivant la force du bromure, suivant la profondeur ou la capacité de la cuvette, et enfin suivant la dimension des plaques. Voici néanmoins des données à peu près certaines sur ce temps d'évaporation pour un bromure

(1) Nous devons faire ici une honorable exception en faveur de la liqueur *hongroise*, préparée par M. Guérin, employée comparativement avec notre brôme d'iode, elle a donné, avec une constance remarquable, des résultats identiques. Nous pensons donc que notre formule a une grande analogie avec celle de M. Guérin.

(1) On peut néanmoins s'en servir ainsi sous forme de vapeur, suivant la méthode de M. Choiselat et Ratele.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

préparé suivant ce qui a été dit plus haut, et l'on n'aura besoin de s'en écarter que légèrement, en ayant égard aux circonstances indiquées.

Pour une plaque iodée jaune foncé, 25 à 30 secondes.

Pour une plaque rose vif, 40 à 50 secondes.

Le rose violâtre exigera 60 à 70 secondes d'évaporation.

Il sera toujours facile d'augmenter ou de diminuer à volonté ce temps d'évaporation en ajoutant à la liqueur soit de l'eau, soit du bromure cencentré.

Les personnes qui ont l'habitude de consulter la couleur des plaques, pourront employer cette méthode avec notre bromure d'iode : une plaque iodée jaune foncé devra être bromée jusqu'au rose vif ; l'iodage rose devra atteindre sur le bromure la nuance violette, et l'iodage violet devra se transformer en un *bleu vert* très-intense.

On fera très-bien d'avoir égard à la couleur, lorsqu'il s'agira de déterminer le temps d'exposition des plaques au-dessus du brômure d'iode. Alors en même temps qu'on comptera les secondes, on examinera de temps en temps la plaque ; et, lorsqu'elle aura atteint la nuance voulue, on se rappellera le nombre des secondes pendant lequel elle sera restée soumise à l'évaporation; il suffira désormais de prolonger l'opération pendant le même espace de temps sans être obligé d'examiner la couleur. Car le taux du bromure, une fois trouvé, restera constamment le même pendant longtemps. Toutefois il est toujours plus sûr d'opérer d'après la teinte de la plaque.

Quoiqu'on obtienne, ainsi que nous l'avons dit, des épreuves aussi rapides sur tous les iodages, les nuances jaune foncé et rose tendre nous ont paru donner les meilleurs résultats, après avoir été bromées convenablement. La nuance violette donne des épreuves d'un ton harmonieux, mais un peu terne ; quant à l'iodage j'aune clair, il nous a constamment fourni des teintes bleues et des épreuves solarisées.

La dose de bromure versée dans la cuvette peut servir pendant toute une journée, sans être renouvelée ; à la fin des opérations, on le remettra dans le flacon qui sera exactement bouché à l'émeri. Lorsqu'on s'apercevra que la liqueur se ralentit, on y versera de temps en temps, tous les 15 jours par exemple, *une ou deux gouttes de bromure concentré.*

De la gomme laque, fondue à l'eau.

Prenez un kilog. de gomme laque, faites bouillir dans 2 litres d'eau, ajoutez-y, pendant l'ébullition, 25 décag. de borax, et vous obtiendrez un vernis applicable à toutes sortes d'usages. Par exemple, en enduisant de ce vernis le papier dont se servent les chapeliers, on obtiendrait en outre de l'économie notable sur celui à l'esprit de vin, l'avantage de l'élasticité. Un choc brise le vernis à l'esprit de vin, le chapeau est perdu ; le vernis à l'eau se redresse sans gerçures. On sera obligé de fixer le feutre de soie par une autre manière, soit en mettant une seconde couche et l'encollant à froid, soit en se servant de la composition suivante, qui ne changerait rien à la routine établie et permettrait de se servir du fer chaud pour fixer le feutre sur le papier.

On fait dissoudre dans 20 parties d'essence de térébenthine 10 parties de résine et une partie de cire jaune.

La gomme laque, fondue à l'eau, peut se réduire jusqu'à la consistance de la gélatine qui sert pour fondre les rouleaux d'imprimerie ; en mêlant, soit un tiers, soit un quart de gomme laque à la gélatine, on obvierait aux graves inconvénients résultant de l'influence de la température sur les rouleaux de l'imprimerie.

Je livre cette idée à MM. les maîtres imprimeurs qui font faire leurs rouleaux dans leurs ateliers.

En augmentant la dose d'eau pendant la cuisson de la gomme laque, on fait un encollage hydrofuge. Lorsqu'on enduit de cette encolle le papier de tenture avant de le faire poser, il se conserve quatre fois plus longtemps, parce que la colle de pâte dont on se sert, en pourrissant, ne peut plus agir sur le papier et le faire tomber en lambeaux, couvert de moisissure.

En mêlant, dans cette encolle à la gomme laque, des couleurs solides, on peut s'en servir comme d'une peinture également hydrofuge.

En y mêlant du noir de fumée, on peut s'en servir comme encre indélébile. Éd. Knecht.

Purification et blanchiment des huiles et matières grasses.

Par M. A. Dunn.

Pour purifier les huiles et les matières grasses d'après mon procédé, j'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jecte un courant d'air atmosphérique, que je fais pénétrer de force par la partie inférieure. Cet air, en s'élevant à la surface de ces huiles ou de ces matières, les agite, leur enlève leur odeur infecte, et en même temps les purifie et les blanchit.

Pour mettre ce procéde en pratique, je commence par élever au moyen de tuyaux de vapeur la température des matières de 75° à 110° C., suivant leur nature, dans un vase convenable placé sous le manteau d'une cheminée ayant un bon tirage pour enlever toutes les vapeurs odorantes qui peuvent se dégager et les verser à une certaine hauteur de l'atmosphère. Puis, à l'aide de tubes perforés de petits trous ou de caisses plates également criblées de trous et placées au fond du vase où l'on chauffe ces matières, je fais passer à travers celles-ci une multitude de filets d'air que je chasse de force à l'aide d'un appareil de soufflerie adapté à cet objet.

Au lieu de faire arriver les tubes de conduite de l'air injecté par le bas de l'appareil, on peut très-bien les faire descendre à l'extérieur de la matière en liquéfaction ; il ne s'agit en effet que d'obtenir un contact de celle-ci avec l'air atmosphérique divisé en un très-grand nombre de filets déliés, et peu importe le moyen, pourvu que ce contact soit multiplié et intime.

Une élévation de la température de l'air d'injection avant qu'on le lance dans les matières liquéfiées n'est pas nécessaire, l'expérience m'a démontré qu'il ne produisait aucun résultat avantageux.

Le temps pendant lequel il faut opérer sur les différentes huiles et matières grasses varie pour chacune d'elles et même pour les mêmes huiles et les mêmes matières grasses de différentes sources ; mais comme le travail est progressif et qu'on peut aisément juger de sa marche à la simple inspection, il est inutile de donner ici des règles précises à ce sujet. En traitant ainsi de l'huile de palme de diverses provenances, j'ai trouvé par exemple qu'elles ont exigé depuis 8 jusqu'à 15 heures pour être entièrement décolorés, et j'ai débarrassé divers suifs de leurs impuretés et de leur odeur en 18, 20, et jusqu'à 24 heures. Le blanchiment et la purification ont naturellement une durée moindre, si on veut une blancheur moins éclatante et si les matières sont déjà assez pures par elles-mêmes.

J'ai cité l'huile de palme et le suif, parce que je pense que ce sont les matières qui ont le plus besoin d'être traitées par ce procédé, et qu'il sera facile pour les autres de régler l'opération quand on saura traiter celles-là.

J'ai remarqué que l'opération était accélérée quand on élevait la température des matières au delà de celles indiquées plus haut, mais je conseille, autant du moins que l'expérience me l'a appris, de ne pas aller au delà de ces températures, attendu qu'autrement on pourrait altérer ces matières, et je pense même que, si on ne tient pas au temps, il conviendrait de ne jamais dépasser 90° à 95° C.

Enfin, je ferai remarquer que le traitement des huiles et des matières grasses, à l'aide d'une injection d'air qui agite toute leur masse et y produit les changements chimiques qu'on a en vue, est très-utile quand on veut mélanger ces matières entre elles, attendu que par ce moyen le mélange se fait promptement et de la manière la plus intime.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Perfectionnements apportés dans le garnissage en rubans de cardes des tambours et des cylindres des machines à carder.

Par MM. G. Lister et E. Budding.

On éprouve, la plupart du temps, de très-grandes difficultés lorsqu'il s'agit de garnir de rubans de cardes les cylindres ou les tambours des machines à carder en gros, pour tendre et maintenir avec fermeté ces rubans et leur donner toujours une égale tension sur la périphérie des cylindres pendant le temps qu'on met à les fixer. Nous nous sommes proposé en premier lieu d'obvier à ces difficultés en faisant usage d'un appareil particulier, à l'aide duquel les rubans de carde sont constamment maintenus dans un état de tension convenable pendant qu'on les applique et les roule en hélice sur la périphérie des cylindres.

Une autre invention que nous proposons aussi, a pour but de condenser les rubans de matières filamenteuses que délivrent les machines à carder, de manière à leur donner une ténacité suffisante pour subir plus convenablement les opérations de la filature. Cette condensation s'exécute en passant les fibres réunies qui ont été délivrées par un ruban étroit de cardes entre deux surfaces frottantes dont le frottement rapproche ces fibres les unes des autres et les fait adhérer sous la forme plus compacte d'un ruban.

Enfin, nous sommes encore inventeurs d'un appareil pour émoudre et aiguiser les pointes des fils métalliques qui composent les cardes, à l'aide de rubans de cuir ou autre matière convenable chargée d'émeri et enroulés sur des cylindres-rubans qui peuvent être aisément remplacés quand ils sont usés par d'autres du même genre.

La fig. 6, pl. 58, est une élévation latérale de la machine à couvrir les cylindres ou petits tambours de rubans de cardes.

a,a,a représente le petit tambour qu'il s'agit de couvrir, et qui est construit à la manière ordinaire ; b,b le ruban de carde qu'on roule en hélice sur sa surface convexe ; c,c le bâti d'une carde sur lequel l'arbre du tambour est monté à la manière ordinaire et d,d, un support semblable à ceux dont on se sert pour tourner des rouleaux ou cylindres en bois et qu'on peut fixer des deux côtés du bâti de la machine à l'aide de vis à oreilles ou autrement. Sur le support est monté un chariot e sur lequel est fixé un barillet stationnaire f. Sur le devant du chariot, un petit coussinet pendant porte l'axe d'un pignon g et tout le long de la face inférieure du bord antérieur du support il existe une crémaillère h,h dans les dents de laquelle engrènent celles du pignon. D'après cette disposition, il est facile de voir qu'en tournant la manivelle i le pignon tournera aussi, et que par l'action des dents de celui-ci sur la crémaillère, le chariot e marchera latéralement emportant avec lui le barillet f.

Lorsqu'il s'agit de fixer un ruban de carde b sur le tambour a, on le fait d'abord passer sur une portion de la surface du barillet f, et on l'assujettit d'un bout sur le tambour près l'un de ses bords à la manière ordinaire : dans cet état ce ruban est maintenu fermement sur ce barillet à l'aide d'un frein k pressé assez fortement sur le ruban à l'aide de ressorts. Ce frein est maintenu par des tiges mobiles l qui percent le barillet en deux points et sur chacune desquelles est enroulé un ressort en hélice m qui agit de dedans en dehors et butte d'un côté sur la surface concave et intérieure du barillet, et de l'autre sur un écrou n qu'on peut ajuster sur la tige l qui est filetée, afin de pouvoir donner au frein le degré requis de pression. Un autre écrou aussi mobile p est également vissé sur les tiges l pour ouvrir ou soulever le frein quand on introduit d'abord le ruban.

Lorsqu'on a ainsi tendu le ruban de carde afin de pouvoir le rouler en hélice sur le tambour a, on fait tourner celui-ci sur son axe et en même temps marcher latéralement le barillet f avec le frein qu'il porte, ce qui s'effectue à la main, ainsi qu'il a été dit, en tournant la manivelle i et faisant avancer ces pièces sur le support. La rotation du tambour a s'effectue à l'aide d'une roue dentée q,q fixée provisoirement sur l'extrémité de son arbre par le secours de quatre vis de pression r,r disposées suivant des rayons ou autrement. La roue q porte deux boîtes circulaires, une de chaque côté, sur lesquelles jouent librement les œils d'un support à fourchette s ; la roue tourne librement dans ces boîtes, et les fourchons de ce support sont maintenus latéralement sur les boîtes par des anneaux t,t. Afin de monter la fourchette de ce support sur les boîtes de la roue, cette four-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chette est de deux pièces réunies ensemble à leur extrémité extérieure par des vis ; cette extrémité du support porte une cavité avec crapaudine dans laquelle un arbre vertical *u* tourne à l'aide d'une manivelle. Cet arbre est pourvu d'une vis sans fin *v* qui engrène dans les dents de la roue *q*, de manière qu'en faisant agir cet arbre et sa vis *u* et *v*, la roue *q* et le tambour tournent avec lenteur et enroulent sur la surface de ce dernier le ruban de carde, qui, tiré par le barillet et le frein, est maintenu par le frottement à un degré de tension convenable pour le tendre et l'enrouler avec fermeté et égalité autour de ce tambour. Il est nécessaire, pour maintenir l'extrémité opposée du support à fourchette, de disposer une tige *w* de retenue qu'on peut ajuster de longueur par des moyens variés de manière à l'adapter convenablement aux cardes de différentes hauteurs.

Lorsque le tambour a été ainsi recouvert de rubans de cardes, on saisit le bout du ruban à l'aide d'une pince ; ainsi qu'on le voit en *n*, fig. 7, une corde attachée sur les branches de cette pince est arrêtée par l'autre extrémité sur une broche *z* fixée sur le chariot, et c'est à l'aide de cette corde qu'on tend fortement l'extrémité du ruban pendant qu'on le cloue sur le tambour.

Comme les tambours des machines à carder en gros et en fin sont souvent couverts de plaques de cardes, l'appareil qu'on vient de décrire peut être employé pour les tendre pendant qu'on les fixe sur les cylindres.

Les autres cylindres, tels que ceux travailleurs, nettoyeurs, hérissons, qui entrent dans une machine à carder, peuvent être couverts de rubans de cardes par le même moyen et à l'aide de l'appareil et des moyens décrits ci-dessus.

Lorsque les rubans de cardes ont été convenablement assujettis sur la périphérie des tambours des cylindres, on enlève les appareils accessoires qu'on remplace par ceux ordinaires, et la machine à carder est prête à fonctionner.

Les perfectionnements que nous proposons pour donner plus de densité aux rubans ou boudins de matières filamenteuses sortant des machines à carder sont représentés dans la fig. 8, qui est une élévation latérale d'une portion d'une carde sur laquelle on a établi les parties nouvelles. Les fibres de la matière ayant traversé la machine à carder à la manière ordinaire, sont enlevées au grand tambour par les petits tambours nettoyeurs *a*,*a* ; ceux-ci sont formés d'une série d'anneaux distincts ou de bandes annulaires étroites de carde auxquelles on enlève les rubans sous forme de bandes étroites qu'on conduit aux surfaces frottantes consistant en rouleaux *b*,*b* sur lesquels appuient des frotteurs ou compresseurs *c*,*c*, d'où ils sont conduits par des rouleaux d'appels des bobines ou autres dispositions propres à les recevoir.

La fig. 9 est une vue partielle et en plan de la fig. 8, pour faire voir plus distinctement la forme et la position des pièces, et la fig. 10 une section prise verticalement par le travers de l'appareil frotteur.

Les rubans qui proviennent des petits tambours ayant été enlevés par les peignes ou autre moyen quelconque, sont conduits séparément sur la surface convexe des rouleaux tournant *b*,*b* ; dans cette situation leurs fibres sont comprimées par la surface des frotteurs compresseurs courbes *c*,*c*, qui, glissant sur des axes ou des tiges horizontales qui leur servent de guide *d*,*d* reçoivent un mouvement alternatif latéral au moyen d'un levier en forme de T qui bascule sur un point établi sur le bâti principal. Une manivelle ou une manette excentrique placée à l'extrémité d'un arbre horizontal fonctionne dans une mortaise à l'extrémité inférieure du levier, et, en faisant tourner l'arbre par un organe de transmission quelconque du mouvement général de la machine, ce levier oscille et par conséquent fait glisser les frotteurs compresseurs *c*,*c* sur leurs tiges, suivant un mouvement alternatif de va-et-vient dans le sens de ces tiges. Sur chacun des axes ou tiges guides *d*.*d*, on a établi un rouleau *h*,*h* qui pince les fibres des matières sur les rouleaux *b*,*b*, tandis que la pression et le frottement s'effectuent derrière ceux-ci. A l'aide de ces moyens, les différentes bandes de rubans sont comprises et condensées en des cordons, qui, par la station des rouleaux d'appel *h*,*h*, sont enroulés sur les bobines ou déposés dans des pots d'où on les enlève pour les soumettre à la filature.

Il est bon d'observer que les surfaces frottantes, tant des rouleaux que des frotteurs compresseurs, doivent être couvertes de peau ou autre matière propre à produire un léger frottement et une certaine adhérence.

On voit dans les fig. 11 et 12 une modification à ce principe, à l'aide de laquelle les rubans enlevés aux cardes en direction oblique, peuvent de même être comprimés. La figure 11 est un plan et la fig. 12 une vue en élévation des par-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ties séparées qui constituent ce perfectionnement ; *a* est l'un des rubans de carde du petit tambour ; *b*, le rouleau de frottement, et *c*, le frotteur compresseur. Ce ruban, de matière filamenteuse, enlevé obliquement aux dents de la carde *a*, passe entre le rouleau tournant *b* et le compresseur *c*, auquel on imprime un mouvement alternatif dans le sens de l'axe du rouleau; à l'aide de ce mouvement, les fibres sont amenées à un état de condensation et conduites sous le rouleau *h*, sous la forme dite *boudin* ou *rouleau en laine*, tout préparé pour la mulejenny ou autre machine de filature. Ce mouvement de rotation du rouleau *b* et celui alternatif du frotteur compresseur *c* s'opèrent par des moyens faciles à imaginer, et qui n'ont point été représentés dans les figures.

Pour préparer les cylindres à aiguiser les cardes, on enduit de longues bandes de cuir d'émeri ou autre matière, à l'aide d'un ciment ou colle forte propre à cet usage, absolument de la même manière qu'on fabrique le papier d'émeri, le papier de verre, ou mieux la toile d'émeri, et on les tend avec force sur des cylindres par la méthode que nous venons de décrire. Lorsque l'émeri, sur ces bandes, se trouve usé au point de ne plus pouvoir travailler, on enlève ces bandes et on les remplace par d'autres du même genre.

Jacquardes doubles nouvelles.

Par M. Th. Woitech.

Le désir de fabriquer de grands dessins sur les tissus façonnés aux moindres frais qu'il est possible, c'est-à-dire avec des métiers proportionnellement petits et avec un faible nombre de cartons, détermine souvent les fabricants à employer un moyen vicieux et qui consiste, au lieu de lever chacun des fils séparément au moyen de la jacquarde ordinaire, à faire soulever parfois deux, quatre, six et souvent plus de fils en même temps et par la même aiguille à crochet, tandis que le croisement des fils alternatifs entre eux au moyen des équipages, s'opère comme dans le métier ordinaire. Il en résulte naturellement que les contours des dessins et des façonnés exécutés de cette manière perdent beaucoup de leur régularité et de leur pureté, et cela d'autant plus qu'on a soulevé à la fois un plus grand nombre de fils de chaîne, puisque alors, au lieu de paraître bien définis et nettement contournés, ces dessins ressemblent à des placards et semblent des éléments polygonaux qu'on a jetés grossièrement les uns à côté des autres sous les angles les plus heurtés et les plus durs.

Pour obvier à cet inconvénient, ou du moins pour en atténuer les effets, sans être obligé d'avoir recours à de grandes machines et à des cartons d'une grande surface, on a cherché à établir des jacquardes doubles, qui remplissent plus ou moins bien le but. Nous allons en décrire deux modèles nouveaux dus à M. Woitech, qui, d'après le témoignage de la Société industrielle de la basse Autriche, ont parfaitement rempli le but.

Nous supposerons ici qu'on connaît la disposition et le jeu de la jacquarde ordinaire, et nous passerons de suite à la description de la première jacquarde double qu'on doit à M. Woitech, et dont les fig. 13, 14 et 15, pl. 58, donneront une idée suffisante.

Dans la jacquarde ordinaire, chaque aiguille horizontale n'est communément liée qu'à une seule aiguille à crochet ou platine pour un même dessin. Dans la jacquarde de M. Woitech, ainsi qu'on le voit dans la fig. 13, au contraire, il y en a deux, *a* et *a'* qui sont prises toutes deux dans l'anse *g*, formée par les aiguilles horizontales *p p*. Ces deux platines sont de longueur inégale, l'une d'elles *a'* s'élève jusqu'en *b'* où est son crochet, et peut s'accrocher sur la lame transversale *f f* de la griffe, tandis que l'autre *a*, qui est plus courte, n'atteint que jusqu'en *b*, où on peut l'accrocher à la lame *f f*. Les lames de griffes *f* et *f'* ne sont pas établies à demeure fixe sur le cadre I,I, mais elles peuvent s'y mouvoir librement dans des coulisses en V, qu'on voit en *g g* et *g' g'*. Au-dessus de ces lames, se trouvent placées des barres *c* et *c'*, mobiles horizontalement, qui portent en dessous de petits appendices *n*,*n*, et qui ont pour but de transmettre aux lames les mouvements qu'exécutent les barres mobiles *c* et *c'*. Sur leur extrémité postérieure, ces barres sont pourvues d'un ressort en spirale *d*,*d'* qui, quand il est bandé, a pour effet de ramener les barres à leur place.

On remarque encore dans le mécanisme deux platines particulières *e* et *e'* qui sont liées par les anses *l* et *l* avec les aiguilles horizontales *h* et *h'*, et poussées en avant par les ressorts à boudin *i* et *i'* enfilés sur l'extrémité postérieure de ces aiguilles. Les platines communiquent ce mouvement des barres *c* et *c'* au moyen des appendices *m* et *m'* (fig. 15), d'où résulte que la lame

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de griffe se meut également en avant et se trouve hors de prise pour le crochet des platines, position dans laquelle elle persiste à rester, jusqu'à ce que, par l'effet d'un carton, les ressorts *i* et *i'* étant comprimés, les ressorts *d* et *d'* entrent à leur tour en action et amènent de nouveau la lame en prise avec les crochets.

Il en résulte que, suivant la nécessité, on peut à volonté travailler avec la série supérieure ou la série inférieure des platines à crochets, et qu'on n'a pour cet objet qu'à percer dans les cartons les trous convenables.

Dans la fig. 13, on a représenté les deux aiguilles *h h'* également refoulées en arrière par le carton.

Quand on fait usage de ce mécanisme, on donne à chaque platine à crochet deux maillons, de la manière dont on l'a représenté dans la fig. 14. où *a* indique la corde qui se rend à la platine à crochet la plus courte et *a'* celle qui va à la platine la plus longue. On voit donc qu'il y a deux maillons suspendus à chaque crochet, et réciproquement, que chaque maillon est accroché à deux platines.

On conçoit donc qu'on a ainsi à sa disposition une machine qui peut fonctionner comme celle qui aurait le double de maillons ou deux fois autant de fils en chaîne sur une étendue donnée, et par conséquent qui pourrait faire un dessin d'une grandeur double. En manœuvrant alternativement les platines à crochet, longues et courtes, les déformations dans les contours qui se trouveraient doublées par l'accrochage de plusieurs fils sont réduites à moitié et rendues à la grandeur naturelle, comme si le dessin eût été façonné par une machine deux fois aussi grande.

La seconde jacquarde double, dont on doit l'invention à M. Woitech, a pour objet de pouvoir opérer le liage du fond dans le tissage des étoffes où la machine fait mouvoir alternativement deux fils de chaîne sans avoir recours à des lisses ou à l'équipage ordinaire des marches. Ce mécanisme est représenté dans la fig. 16.

Dans ce mécanisme, chaque aiguille horizontale dirige simultanément, comme dans la machine précédente, deux platines à crochet, placées l'une derrière l'autre; mais ces platines sont ici toutes égales, suivant leur longueur, et partagées en autant de séries doubles qu'il y a de séries simples d'aiguilles dans les machines ordinaires. Il y a également un nombre double de lames de griffe; seulement ces lames ne sont plus mobiles dans cette griffe comme dans la jacquarde précédente. Ainsi, par exemple, dans une machine de 400 aiguilles, il y a 16 séries de 50 platines à crochets et 16 lames de griffe; de plus la planche d'arcade sur laquelle reposent ces platines n'est pas d'une seule pièce, mais partagée en autant de tringles *h* pouvant être soulevées séparément qu'il y a de séries de platines dans la machine.

Les première et dernière platines à crochets *e* dans chaque série sont en fer, et terminées par un crochet *g*, auquel sont suspendues les tringles mobiles *h*, *h* de la planche d'arcade. Chacune de ces 32 platines (pour une machine de 400 aiguilles) est en fer, et est manœuvrée en particulier par une aiguille horizontale *f*, tandis que les autres platines en séries qui sont en bois et placées, ainsi qu'il a été dit plus haut, les unes derrière les autres, comme *b* et *b'*, *c* et *c'*, *d* et *d'*, etc., sont manœuvrées par une autre aiguille.

Si on suppose en conséquence qu'il y ait un seul maillon accroché à chaque platine, et un seul fil de chaîne passé dans chaque maillon, il résultera de la disposition décrite, que par l'intervention des cartons il y aura des fils de 2 en 2 simultanément soulevés ou rabattus pour former avec les séries d'aiguilles et de platines le façonné du dessin comme à l'ordinaire, tandis que lors du changement de carton, avant ou après la duite de façonnée, on pourra avoir, au moyen des 16 premières ou 16 dernières aiguilles qui dirigent en particulier les platines en fer, un liage de fond, soit taffetas, soit satin, etc., puisque les séries entières de platines se trouvant soulevées des deux côtés par les tringles sur lesquelles elles reposent par les platines en fer, ouvriront le pas de liage sans qu'on ait besoin d'employer des lisses.

On voit donc que d'un côté le mécanisme travaille d'abord le façonné à deux fils, et produit ensuite simultanément un liage de fond fil à fil ou le corps du tissu même.

Sur la roue à réaction de MM. Whitelaw et Stirrat.

PAR M. E. HAKEL.

Pendant un séjour que M. Ed. Hanel vient de faire en Angleterre, cet ingénieur ayant l'occasion de visiter un grand nombre de roues hydrauliques, établies d'après les principes de MM. Whitelaw et Stirrat, d'en examiner le travail et d'en relever les principales

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dimensions, il a d'abord dressé le tableau suivant de celles-ci pour toutes les roues de ce genre qu'il a visitées, et il en a tiré quelques conséquences pratiques qui ne seront pas sans utilité pour les mécaniciens qui voudront établir ces sortes de roues, ou pour les fabricants qui désireraient les employer comme organes moteurs.

Le principe de la force motrice des roues hydrauliques de MM. Whitelaw et Stirrat, est comme on sait la réaction de l'eau, c'est-à-dire qu'elles sont établies sur le même principe que les roues à réaction et à tuyaux dites de Segner sur le continent et connues en Angleterre sous le nom *Barker's water mill*, avec cette différence toutefois qu'au lieu que l'eau s'écoule par des bras, canaux ou tuyaux implantés horizontalement sur l'axe vertical et qui sont repliés d'équerre ou à angle droit sur la direction de leur corps par leur extrémité, les tuyaux présentent une courbure telle que l'eau, pendant que la roue se meut, arrive en ligne droite à partir de l'axe aux ouvertures, sans choc latéral et sans éprouver de diminution dans la force vive, ainsi que cela aurait lieu pour des tuyaux rayonnants en droite ligne à partir de l'axe. C'est dans l'application de cette disposition qu'il faut chercher les résultats plus avantageux que ceux que donne la roue à réaction de Segner qu'on a obtenue de la roue de MM. Whitelaw et Stirrat, résultats qui paraissent d'ailleurs confirmés par les observations de l'auteur.

Voici d'abord les dimensions des machines qu'il a mesurées, dimensions que nous avons converties en mesures françaises pour faciliter les calculs des lecteurs.

TABLEAU No I.

NUMÉROS DES ROUES.	*a* HAUTEUR de la chute.	*b* DIAMÈTRE de la roue de milieu en milieu des ouvertures d'évacuation.	*c* SECTION totale des ouvertures d'évacuation.	*d* NOMBRE des tours de la roue par minute.	*e* QUANTITÉ d'eau dépensée par minute.	*f* EFFET UTILE en chevaux-vapeur (75 kilog. à 1 mèt. par 1".)	*g* Nombre de tuyaux.
	mèt.	mèt.	centim. carrés.		mèt. cubes.		
1	9. »	2.225	504.23	90	49.440	64. »	2
2	3. »	3.750	833.48	33	49.440	20. »	2
3	9. »	1.800	175.70	120	16.000	22. »	3
4	12. »	1.975	463.81	120	5.297	9. »	2
5	15. »	2.100	113.33	125	1.412	2. »	1
6	3. »	1.725	213.04	70	10.610	4.50	2
7	4.80	1.725	213.04	85	14.130	10. »	2
8	11.10	3.450	»	60	63.570	10. »	2
9	9. »	2.100	»	90	42.380	65.50	2
10	3. »	4.350	928.67	32	42.380	20. »	2
11	7.50	2.850	»	60	25.610	23. »	»
12	2.55	2.700	»	54	» »	»	4

Ce tableau fournit actuellement les éléments nécessaires pour établir en général les calculs relatifs à la construction de ces roues à réaction, ainsi qu'on va le voir par les détails qui suivent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU N° II.

Rapport de la vitesse théorique de l'eau à la vitesse correspondante à la hauteur de la chute, ou mieux à la vitesse au centre des ouvertures d'écoulement.

Numéros des roues.	Vitesse théorique de l'eau.	vitesse à la circonférence de la roue.
1	1	0.80
2	1	0.85
3	1	0.86
4	1	0.81
5	1	0.81
6	1	0.83
7	1	0.80
8	1	0.74
9	1	0.75
10	1	0.96
11	1	0.78
12	1	1.09

En prenant la moyenne de ce rapport on obtient ce résultat : la vitesse théorique de l'eau ou due à la chute est à la vitesse à la circonférence de la roue comme l'unité est à 0.84.

TABLEAU N° III.

Rapport de la section théorique d'écoulement à l'ouverture effective.

Numéros des roues.	Ouverture théorique.	Ouverture effective.
1	1	1.07
2	1	1.03
3	1	1.04
4	1	0.99
5	1	1.02
6	1	1.14
7	1	1.08
10	1	1.24

En prenant de même la moyenne on a ce résultat : l'ouverture théorique d'écoulement et calculée est à l'ouverture effective comme l'unité est à 1.07.

TABLEAU N° IV.

Rapport de la force dépensée ou du travail absolu du moteur à l'effet utile.

Numéros des roues.	Force théorique.	Effet utile.
1	1	0.80
2	1	0.74
3	1	0.75
4	1	0,70
5	1	0.67
6	1	0.71
7	1	0.75
8	1	0.76
9	1	0.88
10	1	0.80
11	1	0.60

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La moyenne indique que le rapport de l'effet théorique à l'effet utile est comme l'unité est à 0.75.

Des tableaux précédents on tire les conséquences suivantes qui devraient être prises en considération toutes les fois qu'il s'agira de construire ces sortes de roues, puisqu'elles sont déduites de l'expérience.

1° La vitesse à la circonférence de la roue est d'après le tableau n° II de 0.84 de la vitesse théorique de l'eau, ou bien on peut exprimer le nombre de tours de la roue quand on connaît son diamètre et la hauteur de la chute par la formule suivante :

$$\text{Nombre de tours de la roue par minute} = \frac{67.4\sqrt{\text{hauteur de la chute}}}{\text{diamètre de la roue}}$$

C'est-à-dire en exprimant le nombre de tours par d, la hauteur de chute par a et le diamètre de la roue par b :

$$d = 67.4\,\frac{\sqrt{a}}{b} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

2° On a de même l'ouverture d'évacuation qu'il convient de donner aux tuyaux de la roue par le tableau III, mais on peut la calculer en centimètres carrés par la formule suivante :

$$\text{Section totale des ouvertures d'évacuation} = 1931\,\frac{\text{quantité d'eau dépensée par seconde}}{\sqrt{\text{hauteur de la chute}}}$$

ou bien en nommant c cette section, et e la quantité d'eau dépensée par minute :

$$c = 1631\,\frac{e}{60\sqrt{a}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

En divisant le résultat ainsi obtenu par le nombre des tuyaux ou canaux qu'on veut donner à la roue, on obtiendra la section de chacun des canaux.

3° L'effet utile d'une roue de cette espèce doit être, pour ne pas faire erreur, calculé d'après le rapport de 70 pour 100 de la force théorique, au lieu de 75 comme le donne le tableau IV. Dans tous les cas on doit avoir :

$$\text{Effet utile en chevaux-vapeur} = 0.70\,\frac{\text{quantité d'eau dépensée par }''\text{ en litres} \times \text{hauteur de chute}}{75}$$

ou bien en appelant f cet effet utile, et conservant les notations ci-dessus :

$$f = 0.70\,\frac{e \times a}{60 \times 75} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

4° On trouve le diamètre intérieur de la roue, en calculant la surface relative à ce diamètre qui est quinze fois plus considérable que la section totale des tuyaux d'évacuation. On le déduit donc à l'aide de la formule du n° 2 ; c'est-à-dire qu'on a :

$$\text{Diamètre intérieur de la roue} = 2\sqrt{\frac{15 \times 1931\ \text{quantité d'eau dépensée par seconde}}{\pi \times 60\sqrt{\text{hauteur de chute}}}}$$

ou en appelant r le rayon et π le rapport de la circonférence au diamètre :

$$r = \sqrt{\frac{15\,c}{\pi}} = \sqrt{\frac{15 \times 1931 \times e}{\pi \times 60\sqrt{a}}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Ce rapport, l'auteur l'a trouvé exact par le calcul de quelques roues et s'accorde d'ailleurs avec quelques données fournies par M. Stirrat. Quand le constructeur a toute liberté relativement aux dimensions d'une roue de cette espèce, le rapport le plus convenable pour le diamètre extérieur est de le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire trois fois plus considérable que celui intérieur, c'est-à-dire qu'en nommant le rayon ou sa demi-longueur r' on doit faire :

$$r' = 3\sqrt{\frac{15 \times 1931 \times e}{\pi \times 60\sqrt{a}}} \quad \ldots\ldots\ldots\

non plus rapprocher les chiffres qu'on obtiendra par le calcul des principes généraux qui ont été posés par M. Combes dans ses recherches théoriques et expérimentales sur les roues à réaction ou à tuyau, dont nous avons donné un extrait dans le *Technologiste*, 3e année, pag. 458.

Extrait du mémoire sur les moyens employés pour régulariser les mouvements des machines à vapeur à manivelles, et en particulier sur le régulateur employé par MM. J.-J. Meyer et Compagnie.

Par M. Charbonnier.

(*Extrait du Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, n° 83.)

Il y a trois causes qui contribuent à l'irrégularité du mouvement des machines à vapeur.

1° La variation du travail élémentaire de la puissance, pendant chaque demi-oscillation du piston, variation résultant des changements des bras de leviers du moteur et de la pression variable de la vapeur sur le piston dans les machines à détente.

2° Les changements qui surviennent dans la résistance.

3° Enfin les changements qu'éprouve la pression de la vapeur dans la chaudière.

Les appareils régulateurs ne peuvent pas faire disparaître ces causes d'irrégularité; leur but est d'en modérer les effets, en renfermant dans des limites suffisamment rapprochées, les variations de vitesse qu'elles produisent sur la machine.

Les irrégularités provenant des variations de travail de la puissance peuvent, à l'aide du volant, être renfermées entre des limites aussi rapprochées qu'on le veut; cependant il est impossible de les annuler complétement.

D'après M. Morin, on détermine ordinairement le poids du volant, de manière que les vitesses extrêmes ne diffèrent de la vitesse moyenne que de 1/20 à 1/60 de celle-ci, selon les exigences du travail à exécuter.

En pratique, il y a un point qu'on ne doit pas chercher à dépasser: en augmentant le poids du volant, on augmente les frottements dans un rapport plus grand que celui des poids; car le poids du volant étant sensiblement plus considérable, l'arbre qui le porte doit être plus fort, les diamètres des tourillons seront plus grands, et le nombre des révolutions étant le même, le travail du frottement est en raison composée du poids de l'appareil et du diamètre des tourillons. On doit donc s'attacher à adapter à une machine un volant convenable pour le travail auquel cette machine doit être appliquée: un volant trop faible ne régulariserait pas assez le mouvement; un volant trop fort donnerait une régularité plus grande, mais il augmenterait les résistances passives et consommerait inutilement une partie de la force motrice.

Quant aux variations de vitesse provenant de changements survenus dans la résistance ou dans la pression de la vapeur dans la chaudière, le volant ne peut y remédier; il faut pour cela un appareil qui agisse immédiatement sur la force motrice pour en modifier l'intensité, de manière à rétablir le rapport qui vient d'être troublé entre la puissance et la résistance, rapport nécessaire pour que la machine conserve sa vitesse normale, celle qui convient le mieux au travail à faire.

Cet appareil est le régulateur ou modérateur; il laisse passer dans le cylindre, dans un temps donné, une quantité plus grande de vapeur, si la résistance augmente, la pression de la vapeur restant la même, ou si la résistance restant la même, la pression diminue, et il en laisse entrer une quantité moindre dans le cas contraire.

Le régulateur le plus généralement adapté aux machines à vapeur est le pendule conique ou régulateur à boules. On sait comment cet appareil fonctionne; il agit sur une valve ou un robinet placé entre la chaudière et le cylindre; l'écartement plus ou moins grand des boules résultant d'une vitesse plus ou moins grande de la machine, produit une ouverture moindre ou plus grande de la valve ou du robinet, et par conséquent diminue ou augmente la quantité de vapeur qui entre dans le cylindre pendant un temps donné.

Depuis quelque temps on a, dans plusieurs établissements, substitué au régulateur à boules le régulateur à air de M. Molinié (voir *le Technologiste*, 3e année, page 226). M. Charbonnier admet les éloges donnés à cet appareil; il lui reproche seulement de ne pas être entièrement métallique, et par suite d'être susceptible de se détériorer assez promptement et sujet à d'assez fréquentes réparations; c'est d'ailleurs ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que démontrera un emploi plus prolongé de cet appareil.

Il n'en est pas de même du régulateur à boules, qui une fois établi n'exige pour tout entretien qu'un peu de propreté de la part du soigneur.

Les défauts qu'on a reprochés au régulateur à boules, ne viennent pas du régulateur lui-même, mais du peu de soin qu'on apporte en général dans sa combinaison et dans sa construction.

Généralement, la communication du mouvement du moteur au régulateur se fait par des courroies et très-souvent par des cordes. Dans un grand nombre de machines le régulateur n'agit pas sur une valve ; il agit sur un robinet, et il faut une force assez considérable pour mouvoir celui-ci ; or, les tringles par l'intermédiaire desquelles le régulateur agit, sont ordinairement faibles et conséquemment flexibles ; le plus souvent aussi le poids des boules n'est pas proportionné à la résistance qu'elles doivent vaincre.

On a dit qu'avec le régulateur à air, les ouvertures de la valve peuvent être très-différentes, la vitesse de la machine étant la même. Cela est vrai quand l'appareil est réglé, et on peut toujours y arriver par tâtonnement.

On a dit aussi qu'avec le régulateur à boules, l'écartement des boules, et par suite l'ouverture de la valve dépendent entièrement de la vitesse de la machine, c'est-à-dire que les vitesses correspondantes à des ouvertures différentes de la valve sont nécessairement différentes. Cela est vrai pour la plupart des régulateurs à boules ; mais dans la disposition qui va être indiquée, il en est autrement et on peut toujours faire en sorte que la vitesse de la machine reste la même quel que soit dans l'état d'équilibre l'écartement des boules.

Quel que soit le régulateur employé, il ne pourrait seul empêcher les écarts parfois assez considérables dans la vitesse de la machine. Si, dans une machine à détente, par exemple, il survient un changement notable dans la vitesse de la résistance au moment où la communication entre la chaudière et le cylindre est interceptée, la quantité de vapeur enfermée dans le cylindre ne peut plus être augmentée ou diminuée jusqu'à ce que le piston ait achevé sa course ; la force motrice est donc alors plus grande ou plus petite que celle nécessaire pour vaincre les résistances, en conservant la vitesse normale ; de là résultera une diminution ou une augmentation dans la vitesse de la machine, et cet écart ne pourra être corrigé que quand le piston aura achevé sa course, lorsque l'introduction de la vapeur aura lieu de nouveau ; dans ces circonstances le volant prête secours au régulateur. C'est lui qui empêche les changements brusques dans le mouvement de la machine, et il rend les écarts de vitesse d'autant moindres que sa masse et sa vitesse sont plus grandes.

Lorsque M. Meyer était occupé à construire à Mulhouse les premières machines à un seul cylindre avec détente, quelques personnes ont avancé avec raison que ces machines exigeaient des volants plus considérables que ceux des machines de Wolf et de Watt de même force ; quelques autres ont même pensé qu'il n'était pas possible d'obtenir de ces machines un mouvement suffisamment régulier. A cette époque, M. Meyer, qui ne partageait pas cette opinion, dont il a depuis établi le peu de fondement par un grand nombre de ces machines appliquées à des filatures, engagea M. Charbonnier à faire des recherches sur le calcul des volants des machines à un seul cylindre avec détente, et ce savant est parvenu pour ces machines à une formule qui donne le poids du volant en fonction de la détente et du nombre de chevaux de force de la machine. Au moyen de cette formule, il a calculé un tableau donnant le poids du volant pour diverses détentes, depuis la détente 1 jusqu'à la détente 20.

Avant de faire connaître les formules et le tableau de M. Charbonnier, donnons la description du régulateur de MM. Meyer.

Dans les machines de MM. Meyer, le régulateur n'agit pas comme dans la plupart des autres machines sur une valve qui détermine l'ouverture plus ou moins grande par laquelle la vapeur passe de la chaudière dans le cylindre, mais sur une soupape qu'il tient ouverte dans une portion plus ou moins grande de la course du piston ; alors la soupape se ferme, la communication entre la chaudière et le cylindre est complétement interceptée, et la vapeur enfermée dans le cylindre n'agit plus que par expansion pendant le reste de la course du piston. Lorsque par suite d'une diminution dans la résistance le mouvement de la machine l'accélèrent, les boules s'écartent, la soupape est ouverte moins longtemps, et la quantité de vapeur introduite dans le cylindre devient moindre ; l'effet contraire est produit par une augmentation de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résistance ou par une diminution de pression dans la chaudière.

Il résulte de cette disposition que la vapeur arrive toujours dans le cylindre avec la tension de la production, quelque petite que soit la charge de la machine, et que toute la force expansive de la vapeur est utilement employée, ce qui n'a évidemment pas lieu pour les machines dans lesquelles le régulateur agit sur une valve. Il en résulte encore que la détente correspondante à la force normale étant assez grande, la pression de la vapeur dans la chaudière peut diminuer d'une quantité assez considérable, la charge restant la même, sans que la vitesse de la machine soit diminuée.

Fig. 17, pl. 58, a,a, arbre du volant, b,b', forte tige verticale dont l'axe est situé dans un même plan vertical avec l'arbre du volant. Le mouvement de rotation de cet arbre est transmis à la tige par deux roues coniques à 45° r et r' fixées, l'une sur l'arbre a,a, l'autre sur b,b', de manière que la vitesse de rotation du régulateur est toujours la même que celle de l'arbre principal a,a.

c, douille fixée sur l'arbre b,b'; cette douille porte deux oreilles auxquelles on assemble à charnière les tiges d,d et d',d' des boules p et p', qui peuvent tourner librement autour des points de suspension dans le plan vertical passant par ces points et par l'axe de la tige b,b'. Aux points e et e' des tiges d,d et d',d' viennent s'assembler à charnière deux tiges ef et $e'f'$, dont les extrémités f et f' s'assemblent également à charnière sur une douille i, qui peut glisser librement sur l'axe b,b'. Les axes de toutes les tiges et les centres des boules sont situés dans un même plan vertical passant par l'axe de la tige b,b'.

k,k' est une pièce fixée sur l'arbre du régulateur et portant deux coulisses. Cette pièce sert à limiter l'écartement des boules et à empêcher les altérations qui pourraient résulter dans les divers assemblages des changements de vitesse de la machine. La douille i porte deux saillies sur lesquelles s'assemblent deux tiges l,l', dont une seule est vue sur le dessin, qui descendent parallèlement à l'axe b,b' et unissent l'excentrique à détente à la douille i. Cet excentrique à détente m est un cylindre percé dans toute sa longueur d'un trou cylindrique dont le diamètre est égal au diamètre extérieur de l'arbre b,b'. Dans la paroi de ce trou cylindrique on a pratiqué deux rainures qui reçoivent deux languettes fixées sur b,b', de manière que la pièce m, qui porte le nom impropre d'excentrique, est forcé de prendre le mouvement de rotation de b,b', et qu'en même temps elle peut glisser le long de cet arbre.

Cette pièce porte à sa partie extérieure deux cames courbes de même longueur qu'elle; l'origine de la surface de chacune des cames est sur l'une des génératrices du cylindre; la largeur de la surface de ces cames est plus grande à la partie supérieure qu'à la partie inférieure. Les cames agissent sur la tige t de la soupape à détente pour ouvrir cette soupape, et elles la tiennent ouverte plus ou moins longtemps, selon la hauteur de l'excentrique, hauteur qui dépend de l'écartement des boules.

Au-dessous de l'excentrique est une bride n dans laquelle l'arbre b,b' peut tourner librement; cette bride porte deux oreilles dans lesquelles sont fixées deux tiges o, dont une seule est vue sur le dessin, qui sont guidées de manière à ne pouvoir prendre qu'un mouvement vertical de translation.

Les extrémités inférieures des tiges o sont reliées par une pièce qui porte en son milieu et en dessous un galet s. Sur ce galet vient appuyer l'une des extrémités v'' d'un levier $vv'v''$ mobile au point v', et dont l'autre extrémité v porte un contre-poids q. La pression exercée par ce contre-poids se transmet à la douille i, qu'elle tend à soulever. Ce contre-poids vient en aide à la force centrifuge pour produire l'écartement des boules.

Voici maintenant les formules données par M. Charbonnier pour calculer le régulateur, en supposant toutefois pour simplifier les calculs que le centre des axes des charnières d,d' et f,f soit à égale distance du centre de la tige b,b', et qu'il en est de même des longueurs d,e et c,f, et enfin en faisant abstraction de la masse des tiges f,e et $f'e'$, d et d'.

Cela posé, soit P, le poids de l'une des boules; p, la pression exercée par le contre-poids q contre le galet s, pression qui tend à écarter les boules; p', le poids de la douille inférieure i, de l'excentrique à détente et des autres pièces, dont le poids tend à rapprocher les boules, soit de plus d'axe en axe, $d,e = e,f = a$, la longueur de la tige d jusqu'au centre de la boule $= b$ et la distance de l'axe des charnières d et d', f et f' au centre de la tige $b,b' = d$, la distance de la douille c à la douille i à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hauteur des charnières $= h$, le temps $= t$, et enfin, g ou la gravité $= 9^m,8088$ et $\pi = 3,14159$, le rapport du diamètre à la conférence, on aura d'abord pour l'expression de la pression p exercée par le contre-poids

$$p = \frac{b}{a} P + p' - \frac{8\pi^2 bh}{gt^2}\left(\frac{b}{4a^2} + \frac{d}{2a\sqrt{4a^2 - h^2}}\right) P \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Cette équation servira à déterminer p lorsque toutes les autres quantités seront données, et l'auteur considère seulement le cas où cette quantité est constamment positive, c'est-à-dire où la pression exercée par le contre-poids tend constamment à écarter les boules.

Dans l'équation (1) les quantités a, b, d, p', P, π et g, sont constantes, tandis que la quantité h est variable, puisque c'est d'elle que dépend la quantité de vapeur introduite dans le cylindre pendant une demi-oscillation du piston. Pour que cette équation soit satisfaite, quelle que soit h, il faut que t ou p varie, or, pour atteindre le but proposé, une vitesse constante, quelle que soit h, il faut que t soit constant; c'est donc la quantité p qui doit varier. Or, en donnant à h une suite de valeurs successivent décroissantes comprises entre 0 et $2a$, limites que h ne peut jamais atteindre dans la pratique, cette équation donnera les valeurs $p_1, p_2 \ldots p_n$ de p, correspondantes. Si donc on parvient à faire varier la pression p de manière qu'elle devienne p_1 lorsque $h = h_1$, p_2 lorsque $h = h_2$, et ainsi de suite, il y aura équilibre, dans le système quelle que soit h, t restant le même, et l'équilibre sera rompu dès que t changera. On aura donc ainsi un régulateur dont la vitesse, dans l'état d'équilibre, sera toujours la vitesse normale, quel que soit l'écartement des boules.

Lorsqu'on veut tenir compte du frottement qui s'oppose à l'action instantanée du régulateur, on pourra toujours, lorsque ce frottement, dont on suppose l'intensité en $e = f$, sera connu, déterminer P de manière que la vitesse en vertu de laquelle l'écartement des boules changera, ne diffère de la vitesse normale que d'une quantité déterminée à l'avance. Cette détermination se fait à l'aide de la formule suivante :

$$P = \frac{a^2 f g t^2}{4\pi^2 b (n^2 - 1)} \times \frac{1}{\frac{2adh}{\sqrt{4a^2 - h^2}} + bh} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Cette équation fait voir que, toutes choses égales, P sera d'autant plus grand que h sera plus petit; donnant donc à h la plus petite valeur que comporte le système, cette équation (2) donnera la valeur de P cherchée; on mettra cette valeur de P dans l'équation (1) et on déterminera les valeurs de p_1, p_2, $p_3 \ldots p_n$ de p.

On pourra donc toujours construire un régulateur à boules tel que la vitesse de la machine reste la même, quel que soit dans l'état d'équilibre l'écartement des boules, et tel que l'écartement ou le rapprochement des boules ait lieu pour une vitesse qui diffère de la vitesse normale d'une quantité aussi petite qu'on voudra sans que cette différence puisse être nulle.

MM. Meyer ont plusieurs modèles de régulateurs parce que dans leurs machines le régulateur a toujours la même vitesse que l'arbre du volant, et que cette vitesse change avec chaque machine; il est bon d'ailleurs que le régulateur soit proportionné à la machine à laquelle il est appliqué. Dans les machines où le régulateur agit sur une valve, on pourrait à la rigueur construire un seul régulateur, qui s'appliquerait à toutes les machines quelle que soit leur force; il suffirait de combiner la transmission de mouvement de manière que la vitesse correspondante à la vitesse normale de la machine fût toujours la même quelle que fût cette vitesse normale.

On peut aussi avec cette disposition changer à volonté la vitesse normale de la machine sans altérer sensiblement la régularité du mouvement, pourvu que la nouvelle vitesse ne s'écarte pas trop de la première; il suffit pour cela de diminuer ou d'augmenter le contre-poids selon qu'on veut avoir une vitesse plus grande ou une vitesse plus petite. Si on voulait changer la vitesse normale de la machine d'une quantité assez notable, quatre à cinq révolutions par minute par exemple, il ne suffirait plus, pour conserver une régularité suffisante, de changer le contre-poids, il faudrait aussi changer le levier; mais ce cas ne se présente que rarement dans l'industrie.

Relativement aux volants qu'il con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vient d'adapter aux machines à détente, M. Charbonnier admet pour le calcul de l'effet utile des machines à vapeur la formule de M. Poncelet, déduite dans l'hypothèse que dans l'expansion la vapeur agit comme un gaz, suivant la loi de Mariotte, ainsi que les coefficients donnés par cet auteur, ce qui le conduit pour exprimer le poids P de la jante du volant (ordinairement on ne tient pas compte de l'effet produit par les bras) à la formule suivante :

$$P = \frac{mg\,F}{2\,V^2}\left\{x + x\log\frac{2x}{y^2+x^2} - \frac{2x^2}{n'(y^2+x^2)} - 1 + \sqrt{1-y^2} - y\left(\text{arc cos} = \frac{y^2-x^2}{y^2+x^2} - \text{arc cos} = \sqrt{1-y^2}\right)\right\}.$$

dans laquelle F est la pression en kilogrammes exercée sur le piston par la vapeur arrivant de la chaudière ; x, la longueur de la partie de la course du piston pendant laquelle la vapeur agit avec la tension de la production ; y, le sinus de l'angle que la manivelle fait avec la verticale lorsque l'équilibre a lieu ; V, la vitesse moyenne du volant ; m, une fraction qui détermine ce poids de manière que les vitesses extrêmes ne diffèrent de la vitesse V que d'une quantité $\frac{V}{m}$, g la pesanteur et n' le rapport de la pression F à la contre-pression f dans le cylindre, exprimées toutes deux en kilogrammes ; ou bien en kilogramètres :

$$P = \frac{m\,X}{n\,V^2}\,N. \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

formule dans laquelle N est le nombre de chevaux de force de la machine, n, le nombre de révolutions de la manivelle pendant une minute, et où l'on a fait pour abréger :

$$X = \frac{1225\,g}{K.\pi.y}\left\{x + x\log\frac{2x}{y^2+x^2} - \frac{2x^2}{n'(y^2+x^2)} - 1 + \sqrt{1-y^2} - y\left(\text{arc cos} = \frac{y^2-x^2}{y^2+x^2} - \text{arc cos}\sqrt{1-y^2}\right)\right\},$$

où π est le rapport du diamètre à la circonférence ; K, le coefficient de l'effet utile.

Cette formule (3) sert à déterminer le poids du volant pour une machine d'une force donnée dans laquelle la vapeur agit avec une détente donnée, pourvu toutefois que la valeur de x soit au plus égale à 1,8214. Dans ce cas il y a une position d'équilibre, mais il n'y en a qu'une ; il y en a deux lorsque x a une valeur au moins égale à 1,8215.

Si l'on veut attribuer à x des valeurs telles qu'il y ait deux positions d'équilibre avant la détente, la formule (3) prend alors la forme suivante :

$$P = \frac{2250\,mg}{K\,n\,\pi\,y\,V^2}\,N\left(\sqrt{1-y^2} - y\,\text{arc sin} = \sqrt{1-y^2}\right);$$

et si dans cette formule on suppose $x = 2$, ce qui revient à admettre que la vapeur agit avec la tension de la production pendant toute la course du piston, supprimant le terme en y, qui exprime le travail de la contre-pression, qui peut être retranchée de la pression de la vapeur, et admettant $K = 0{,}5$, on trouve

$$P = 4645\,\frac{m\,N}{n\,V^2},$$

qui est précisément la formule donnée par M. Morin et due à M. Poncelet.

Dans le tableau suivant, calculé d'après les formules précédentes dans lesquelles on a posé $n' = 40$, la première colonne renferme les valeurs de $\frac{2}{x}$, c'est-à dire les détentes ; la deuxième, les valeurs correspondantes de x ; la troisième, les valeurs de X ; et la quatrième, les poids des volants, en prenant pour unité le poids du volant des machines sans détente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$\frac{2}{x}$	x	X	
1. »	2. »	4645	1.
1.125	1.77778	4695	1.0108
1.25	1.6	4884	1.0515
1.50	1.33333	5169	1.1128
1.75	1.14285	5380	1.1582
2. »	1. »	5550	1.1948
2.5	0.8	5817	1.2523
3. »	0.66667	6035	1.1992
4. »	0.5	6363	1.3698
5. »	0.4	6634	1.4282
6. »	0.33333	6866	1.4781
8. »	0.25	7258	1.5625
10. »	0.2	7589	1.6338
20. »	0.1	8835	1.9020

Supposons qu'on veuille trouver le poids du volant d'une machine de 25 chevaux à un seul cylindre, avec détente 5, le rayon moyen de la jante du volant étant 3 mètres, et ce volant devant faire 28 révolutions par minute, soit $m = 40$, on fera dans la formule $P = \frac{m X}{n V^2} N$, $m = 40$, $n = 28$, $N = 25$, $X = 6634$, nombre du tableau correspondant à la détente 5, on aura $V = \frac{2 \times 3.1416 \times 3 \times 28}{60}$, et $V^2 = 77.378$ d'où $P = \frac{40 \times 6634 \times 25}{28 \times 77.378} = 3062$ kilog.

Pour une machine à deux cylindres sans détente, dont les manivelles sont perpendiculaires entre elles, on trouve $P = 466 \frac{m N}{n V^2}$ qui signifie que toutes choses égales, le volant d'une de ces machines est à peu près le 0.1 de celui d'une machine à un seul cylindre sans détente.

Dans le cas d'une machine à 2 cylindres, à manivelles perpendiculaires entre elles et avec détente 4 dans chaque cylindre, on obtient $P = 1024 \frac{m N}{n V^2}$, et le poids du volant est ici les 0.16 de celui d'une machine à un seul cylindre aussi avec détente 4.

Dans le cas des machines à 2 cylindres, à manivelles parallèles entre elles, la vapeur agissant à pleine pression dans l'un des cylindres et se détendant dans le second, dont le volume est supposé quadruple de celui du premier, on obtient $P = 4564 \frac{m N}{n V^2}$. Ainsi dans ces machines le poids du volant est à peu près celui du volant d'une machine à un seul cylindre sans détente.

Dans les expériences auxquelles s'est livrée la commission nommée pour examiner le mémoire de M. Charbonnier par la Société industrielle de Mulhouse, on a constaté que dans une machine à vapeur des ateliers de MM. Schlumberger-Kœchlin et Comp^e, qu'on a désengrenée et réengrenée subitement à un signal donné et sans toucher à la machine, le changement de position du régulateur de MM. Meyer qui s'y trouvait appliqué s'est toujours effectué sans la moindre secousse, sans qu'on ait remarqué le moindre mouvement brusque dans la machine, et il a été démontré que ce régulateur réglait très-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien la vitesse lorsque la résistance variait dans le rapport de 2 à 1, puisque pour cette variation de la résistance la vitesse ne s'est accrue que de 1 tour sur 22, et enfin que de légères modifications dans sa structure le rendraient capable de régler la vitesse pour de plus grandes variations encore dans la résistance.

Bâti à essieux convergents pour locomotives et wagons.

Par M. Sermet de Tournefort.

D'après tout ce qui a été dit et écrit sur les chemins de fer, il est démontré que les bâtis des véhicules qui leur sont destinés devraient être composés d'essieux parallèles fixes, de roues solidaires de circonférence égale sur les lignes droites et d'essieux convergents fixes, de roues solidaires de circonférence inégale sur les lignes courbes.

La disposition que je présente est construite dans ces conditions.

Elle se compose de trois trains A, A', A'', fig. 20 et 21, pl. 58, dont celui du milieu A, appelé train du menant, est directement attaché au châssis. Destiné à recevoir le mouvement de la machine, l'essieu A est établi comme dans les locomotives en usage. Les deux autres essieux A', A'', au lieu d'être directement fixés contre les châssis, sont assujettis à une pièce que j'ai nommée porte-essieu (fig. 20, 21 et 22), et à laquelle ils sont fixés par des coussinets dans lesquels ils roulent. Ce porte-essieu lui-même est rallié au châssis par trois points D, E, F, fig. 22, sur le point D par une cheville ouvrière, et sur les points E et F par des coulisses dans lesquelles il peut glisser (fig. 23, coulisse vue de champ; fig. 24, coulisse vue sur son plan).

Les essieux ainsi portés et assujettis devront nécessairement suivre tous les mouvements du porte-essieu; ils seront mobiles lorsqu'il sera mobile, et fixes lorsqu'il sera fixe.

Ce porte-essieu, quoique ayant quelque rapport avec le lissoir des voitures ordinaires, fonctionne différemment: en effet, le lissoir tournant sur son centre entraîne avec lui un essieu qui passe par le centre et l'incline à droite ou à gauche selon le besoin, mais sans déplacement de l'essieu par rapport au centre de gravité. Dans le porte-essieu, au contraire, l'essieu ne passant point par le centre, au lieu de pivoter sur lui-même est porté à droite ou à gauche suivant le besoin, à la distance voulue pour que les roues s'établissent exactement sur les rails de la courbe.

Dans un véhicule à deux trains, il suffirait que l'essieu pivotât sur lui-même, parce qu'une courbe quelconque pourrait toujours passer par les deux points de contact des roues, mais dans un véhicule à trois trains, il faut essentiellement et indépendamment de la convergence qu'il y ait un déplacement des essieux, afin que les roues entre elles affectent la forme de la courbe sur laquelle elles doivent être placées.

Cela posé, nous avons un bâti dont les trains s'établiront aussi exactement sur les lignes droites que sur les lignes courbes; mais comme il ne suffit point de leur donner cette faculté, et que des trains ainsi mobiles n'offriraient aucune garantie contre le déraillement, je les ai fixés au moyen d'un verrou H (fig. 20, 21 et 25). Ce verrou est établi contre la traverse du châssis par une chape I, et il porte deux branches, dont la plus courte L entre dans une ouverture pratiquée dans la traverse M (fig. 20 et 21), sous laquelle passe le porte-essieu: ce porte-essieu est également traversé par la branche L dans l'une des trois ouvertures à ce destinées (N fig. 22). Lorsque la branche est engagée dans l'ouverture du milieu les essieux sont parallèles; lorsqu'elle est dans l'une des ouvertures à droite ou à gauche, ils sont convergents.

La seconde branche O du verrou H est armée d'une poulie P; cette poulie est destinée à rouler sur une détente en forme de rail Q, fig. 20, établie à une hauteur suffisante pour soulever le verrou de toute la quantité dont l'autre branche est introduite dans le porte-essieu. Cette détente occupe une longueur égale à trois fois celle de la locomotive exactement au point de raccordement entre la ligne droite et la courbe. Le verrou étant donc ainsi soulevé la liberté est rendue au train qui est engagé sur la détente, et il affecte aussitôt la forme qui lui convient. A l'instant de sa sortie le verrou se referme au moyen d'un ressort R, fig. 26, et tout redevient fixement établi dans la position convenable au tracé; la détente, à l'entrée et à la sortie, est terminée en plan incliné.

Si dans la pratique il était démontré que le bâti ne fonctionne pas assez exactement au moment où s'opère le changement, il existe une foule de moyens mécaniques pour obtenir une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

garantie complète dans ce court espace de quelques mètres.

Quant aux rapports à établir entre les rails et les circonférences des roues, il consiste, comme on le pratique aujourd'hui, dans la conicité ; peut-être serait-il mieux de construire des roues en deux cylindres à l'aide desquelles on détruirait peut-être le mouvement de lacet ; mais ce n'est pas ici le lieu de discuter ce sujet.

Les avantages que présente la disposition que je propose me paraissent être les suivants :

1° Élargissement de la voie, les roues étant en dehors du bâti ;

2° Écartement entre les trains, ce qui est une garantie de stabilité sur les rails ;

5° Abaissement du centre de gravité, puisqu'on ne s'établirait plus au-dessus des roues ;

4° Réduction facile du rayon des courbes à 100 mètres, et même au-dessous et sans frottement dans la marche des véhicules.

5° Établissement de wagons à six roues ;

6° Augmentation du diamètre des roues, ce qui fatiguerait moins les essieux.

Parmi les divers moyens propres à amener le bâti dans la transition des lignes droites aux lignes courbes, *et vice versâ*, nous indiquerons des essieux portant à leur milieu deux colliers de 15 à 20 centimètres de profondeur ; le rail-détente, placé en cet endroit, s'engagerait entre les deux collets ; et comme la résistance serait plus rapprochée du centre de gravité, on doit considérer comme certain que cette construction, d'une bien facile exécution, serait une excellente garantie. Au reste, dans toutes choses de cette nature, l'expérience est le meilleur guide ; et comme la construction proposée offre des avantages incontestables, nous espérons que des expériences en grand viendront en confirmer tout le mérite.

Sur les machines à vapeur de navigation à action directe.

Tout le monde sait que depuis quelque temps on s'est efforcé d'introduire dans la navigation à vapeur de la Grande-Bretagne des machines, dites à action directe, c'est-à-dire où l'action du piston est transmise directement, à l'aide de bielles, à la manivelle des roues à aubes, sans avoir recours à l'intervention d'un balancier, pièce toujours massive et dont le moment d'inertie consomme une partie notable de la force engendrée.

Nous ne nous proposerons pas ici de discuter en principe, s'il est plus avantageux, dans la pratique, de faire usage des machines avec ou sans balancier, parce que, d'abord, cette discussion ne serait pas de nature à jeter beaucoup de lumière sur ce sujet, ensuite, parce que la question est réellement soumise en grand à l'expérience et que nous devons attendre respectueusement que celle-ci ait prononcé pour nous ranger définitivement de son avis ; mais ce qu'il nous est permis de faire avant que celle-ci ait fait connaître sa sentence, ce qu'il nous a paru utile d'entreprendre, c'est de faire en peu de mots, en y ajoutant quelques observations critiques, la description des divers moyens à l'aide desquels tous ceux qui ont concouru à la substitution de ces machines à action directe, ont entrepris de résoudre ce problème.

Nous ne devons pas ici nous dissimuler que l'appréciation que nous voulons faire des divers systèmes de machines, qui sont actuellement en présence du public, ne soit une œuvre un peu délicate et en quelque sorte présomptueuse, attendu que toutes les machines, dont nous allons parler, sont dues aux plus habiles ingénieurs, constructeurs de machines à vapeur de l'Angleterre, mais le champ de la discussion est ouvert et il est permis à chacun, si son opinion n'est pas conforme à la nôtre, de faire connaître les raisons pour lesquelles il ne partage pas notre avis et de nous remettre dans la bonne voie s'il croit que nous ayons fait erreur. Ceci bien entendu, nous allons procéder à notre examen.

Les différentes machines que nous nous proposons de passer ici en revue, peuvent toutes être comprises sous cinq variétés distinctes que nous désignerons sous les noms de systèmes de la Gorgone, Siamois, annulaire, en clocher et de Bury. Nous désignons sous le nom de système de la Gorgone toutes les machines où la bielle est placée entre la tige du piston et la manivelle, quels que soient d'ailleurs les caractères subordonnés des autres pièces du mécanisme, et, sous celui de système en clocher, toutes les machines où la bielle au contraire est située au-des-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sus de la manivelle. Quant aux machines dites à système Siamois et annulaire, nous entendons celles qu'on doit à M. Maudslay et pour lesquelles il est patenté.

1. Les objections qui ont été formulées contre le système Gorgone, ou plutôt contre les machines dont on a fait usage pour la première fois à bord de la frégate la Gorgone, sont non-seulement très-nombreuses, mais, de plus, paraissent être d'un très-grand poids. Dans ce système le cylindre à vapeur est placé immédiatement au-dessous de la manivelle de l'arbre des roues à aubes et, dans les points morts, la tige du piston et la bielle qui y est articulée forment une seule et même ligne verticale. Une traverse qui se trouve placée à hauteur de l'articulation et dont les extrémités portent des galets roulant dans des guides, sert à maintenir la verticalité de la tige du piston tandis que la bielle prend tous les degrés d'inclinaison compatibles avec les excursions de la manivelle.

En premier lieu, on a objecté que, dans ce système, on ne pouvait admettre qu'une très-faible étendue dans la course du piston, ce qui est évidemment un désavantage sous le rapport du jeu mécanique de la bielle et de la manivelle. D'ailleurs malgré que nous soyons loin de partager l'idée de ceux qui proclament que l'expansion ne peut produire toute son activité efficace que dans un cylindre d'une grande hauteur, nous ne pouvons néanmoins dissimuler qu'une machine où la course du piston est d'une longueur modérée, fonctionne avec plus de fermeté et en même temps avec plus de douceur qu'une machine, où cette course du piston n'a qu'une faible hauteur et où les alternatives et le va-et-vient sont toujours brusques. Remarquons en outre que, dans le cas d'un cylindre court, il y a une plus grande perte de vapeur aux deux limites de la course par suite de la condensation, que cette perte qu'on a considérée comme peu de chose n'en n'est pas moins trop sensible pour qu'on puisse la négliger, puisqu'en supposant que ce qu'on nomme la liberté du piston soit la même dans deux cylindres de hauteur et de diamètres inégaux, elle est comme le carré des rayons de ceux-ci. Nous n'attacherons sans doute pas ici l'importance que quelques ingénieurs ont prétendu attribuer à l'influence perturbatrice d'une tige de communication trop courte sur le tiroir, mais, d'un autre côté, nous sommes forcés d'attribuer au contraire un effet considérable, une augmentation dans une énorme proportion à l'égard de la bielle, à son obliquité ou à l'angle bien plus considérable dont elle s'éloigne de la ligne verticale, et cela, non-seulement sous le rapport de la force ainsi consommée sans utilité, mais de plus sous celui des pièces qui frottent ainsi fortement les unes sur les autres dans les assemblages, et sur la difficulté qu'on éprouve à en maintenir la température dans des limites convenables. On a essayé de répondre à cette objection en cherchant à démontrer que le frottement n'était pas plus considérable dans une machine de navigation à action directe que dans tout autre système à balancier (1). Mais ce n'est pas là résoudre la difficulté ou plutôt faire une réponse directe à cet argument, car, dans la démonstration qu'on allègue il n'est question que de la résistance totale qu'oppose le frottement qui peut très-bien en effet être au total la même dans les différents systèmes, mais, ce que nous avons à objecter et ce que nous considérons comme un vice capital, c'est que cette résistance totale n'est plus distribuée ou répartie d'une manière aussi heureuse sur différentes pièces de la machine, mais se trouve au contraire concentrée sur quelques-unes d'entre elles et sur quelques points particuliers où un frottement considérable produit des altérations et une usure profonde dans les machines de navigation établies dans les proportions ordinaires.

Malgré la gravité des objections que nous venons de présenter, il y a néanmoins un défaut infiniment plus sérieux encore dans la structure des machines de navigation établies sur le modèle de celle de la Gorgone. Ce défaut est la nécessité où l'on est de faire usage de roues à aubes d'un plus grand diamètre, à cause de l'élévation où l'on est obligé de placer l'arbre à manivelle pour pouvoir donner au moins une certaine étendue à la course du piston. D'abord nous ferons remarquer à cet égard que le grand diamètre qu'on est obligé de donner à ces roues motrices imprime une vitesse trop considérable aux aubes, ce qui dissipe, comme on le sait, en pure perte, une portion extrêmement notable de la force de la machine. Tout le monde sait en effet que toutes les fois qu'il existe une très-grande différence entre la vitesse de la circonférence des roues

(1) Voir *le Technologiste*, 4e année, p. 478.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et celle du bâtiment, on donne lieu à une perte énorme de force motrice en soulevant et projetant une masse d'eau considérable à l'arrière de chaque roue, au lieu que celles-ci viennent chercher un point d'appui assez fixe sur une eau relativement immobile pour lui permettre de pousser le bâtiment en avant. N'est-ce rien d'ailleurs que de relever ainsi sans utilité le centre de gravité du bâtiment, de diminuer sa stabilité, de lui faire éprouver plus de résistance de la part des vents et des lames, d'augmenter les chances d'avaries, etc.? On voit en résumé que les machines construites sur le plan de celle de la Gorgone et destinées à la navigation ordinaire doivent, d'après ces différentes causes, être exposées à une perte continuelle et très-sérieuse de force sans que ces machines puissent donner un effet utile en raison de leur force et de leur vitesse propres.

Les objections que nous venons de présenter relativement au modèle de la Gorgone sont communes à toutes celles où la course du piston est trop courte et où les arbres à manivelles sont placés plus haut que d'ordinaire. A nos yeux ces objections nous paraissent d'un si grand poids, elles frappent d'une manière si directe sur le mode de structure, qu'elles semblent de nature à faire rejeter en masse toutes les machines de navigation de cette espèce. Néanmoins, comme il est des personnes qui pourraient ne pas partager notre opinion, et qu'il est des constructeurs qui, s'étant aperçus des défauts capitaux qu'elles présentent, ont cherché à les atténuer ou à y remédier, nous croyons devoir ici ajouter sur diverses variétés de machines à vapeur du modèle de la Gorgone quelques remarques qui pourront, à ce que nous l'espérons, justifier l'opinion que nous venons d'énoncer sur ces machines.

a. La première en ordre de ces machines qui se présente est celle établie suivant le plan de MM. Boulton et Watt, et qui a été installée à bord de la frégate à vapeur *la Virago*. Dans ce plan de machine à vapeur les condenseurs sont logés entre les cylindres, et à l'extrémité de chacun de ces condenseurs on a placé une pompe à air. Les pompes à air sont manœuvrées par un balancier dont le centre de rotation se trouve établi au sommet du condenseur, ce balancier emprunte son mouvement à une manivelle sur l'arbre intermédiaire ; une bielle part de cette manivelle pour se rendre à l'une des extrémités du balancier, qui agit à peu près comme une équerre de sonnette ou d'un levier coudé pour imprimer le mouvement à la pompe. La partie supérieure de la tige du piston est maintenue par des guides dans une position verticale.

Cette manière de disposer et de manœuvrer les pompes à air fait preuve certainement de beaucoup de sagacité, mais elle est toutefois accompagnée d'un défaut grave qui frappera tous les constructeurs ; c'est que si le balancier vient à se rompre, les deux machines qu'il dessert à la fois se trouveront hors de service en même temps, et tout le monde conviendra qu'un balancier est une pièce tout aussi exposée à se rompre que telle autre que ce soit parmi celles qui font partie d'une machine à vapeur. D'ailleurs il est évident que si la manière de placer les condenseurs entre les machines donne plus de place, la position des pompes à air qui font saillie à leur extrémité en dehors de la ligne horizontale, qui serait à l'extérieur tangente aux cylindres à vapeur, compense cette économie d'espace, et peut-être même en exige plus que dans tout autre système. Du reste MM. Boulton et Watt sont, assure-t-on, sur le point de produire un plan tout nouveau, et qu'on dit supérieur à celui auquel nous venons d'adresser quelques critiques que nous croyons fondées, et tout nous fait espérer que ces célèbres constructeurs sauront remédier avec habileté aux défauts reprochés. Dans tous les cas, aussitôt que ce plan sera rendu public, nous nous empresserons d'en faire l'examen.

b. La seconde machine en date établie d'après le plan de celle de la Gorgone est la machine qui a été installée à bord de la frégate à vapeur *l'Infernale*, et dont la construction est due à MM. Miller et Ravenhill. Ce modèle occupe moins de place dans le bâtiment que celui que nous venons de décrire, et, en réalité, nous croyons qu'il n'est guère possible d'établir une machine qui exige moins d'espace, puisque sa longueur n'est que de peu de chose supérieure au diamètre du cylindre. Dans la machine de MM. Miller et Ravenhill les condenseurs s'étendent d'un cylindre à l'autre, mais les pompes à air sont établies au sein même de leur capacité, de façon que toutes les pièces en fonte de la machine se trouvent ne former qu'une masse solide et sont fortement liées entre elles. Les pistons des pompes à air sont mis en action à l'aide de manivelles placées sur l'arbre intermédiaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette machine doit paraître assurément l'une des plus ingénieusement conçues, suivant le plan de celle de la Gorgone. Elle est compacte, c'est-à-dire occupe aussi peu d'espace qu'il est possible, et elle jouit de l'avantage d'avoir deux pompes à air indépendantes l'une de l'autre, de façon que la rupture de l'une n'empêche pas l'autre de remplir ses fonctions ; toutefois nous ne dissimulerons pas que nous avons cru pouvoir lui adresser un reproche, et que dans notre conscience nous doutons de l'utilité ou du moins de la nécessité d'un arbre intermédiaire ou d'une seconde manivelle, car tout le monde sait que cette multitude de manivelles n'est propre qu'à multiplier les difficultés qu'on éprouve dans les ateliers de construction pour établir ces sortes de pièces qui en général sont celles qui présentent en outre le moins de sécurité contre la rupture. Les constructeurs ont si bien aperçu ce défaut que dans les machines les plus récentes qu'ils ont établies ils ont fait disparaître la double manivelle sur l'arbre intermédiaire, et fait manœuvrer les deux pompes par une seule manivelle, en plaçant ces deux dernières sur un même plan vertical et sous un angle propre à permettre cette disposition.

c. La troisième machine à action directe, système de la Gorgone, que nous ayons à enregistrer est celle qui a été mise à bord de la frégate *le Vulture*, et qui sort des ateliers de MM. Fairbairn et Comp^e^. Dans ce modèle, qui est certainement une production fort remarquable, au lieu de s'en rapporter à des guides pour conserver le parallélisme du mouvement, moyen imparfait, qui donne lieu à des frottements considérables, MM. Fairbairn ont conservé tout en le modifiant le système du parallélogramme de Watt, qui nous semble une disposition infiniment préférable d'abord sous le point de vue mécanique, et ensuite parce qu'il est bien plus facile de préserver les pièces de ce parallélogramme contre l'échauffement provenant du frottement que les galets et les guides dans l'autre système. La pompe à air dans ce système est manœuvrée par un balancier, qui emprunte son mouvement à l'une des tiges mêmes du parallélogramme. Toute la disposition de cette machine nous paraît judicieuse, le bâti dans ses pièces principales est en fer forgé et présente un ensemble compacte et d'un bel ajustement. Enfin, un des perfectionnements sur lesquels nous insisterons à cause de son utilité, c'est que tous les points d'insertion et d'articulation du parallélogramme, ou du mouvement parallèle, sont d'une force et d'une grosseur qu'on ne voit guère dans les machines de même force, ce qui nous fait présumer, à juste titre, que cette machine doit donner à bord moins de travail au mécanicien, consommer moins d'huile et de laiton qu'il n'en faut pour toutes les autres machines sur le modèle de celle de la Gorgone.

d. Les éloges que nous venons de donner à la machine de MM. Fairbairn et Comp^e^ peuvent s'appliquer également à celle qui va être placée à bord du bâtiment à vapeur *le Samson*, dont on doit la construction à MM. Rennie. Cette machine rappelle quelques-unes des dispositions de la précédente, et nous sommes disposés à bien augurer de son service, seulement les emmanchements nous ont semblé présenter à un moindre degré le caractère de sécurité, de force et de durée que nous avons loué dans l'autre.

e. C'est, à ce que nous croyons, à MM. Seaward qu'appartient le mérite d'avoir introduit les premiers les machines à vapeur du modèle de celle de la Gorgone. Cette introduction nous oblige bien certainement à faire un examen du nouveau plan de ces ingénieurs, d'autant mieux que nous craignons bien qu'il n'encoure un blâme mérité. Dans la machine de M. Seaward on n'a pas admis les galets et les guides pour conserver la verticalité de la tige du piston, mais on a lié la tête de cette tige avec un grand levier à bras inégaux, dont le long bras est articulé à cette tige du piston et l'autre avec la tige du piston de la pompe à air. Non-seulement de cette manière, et tout en allongeant beaucoup le bras le plus long du levier, on n'est pas parvenu à obtenir le parallélisme du mouvement, mais, de plus, la longueur de la machine est devenue telle qu'elle ne présente pas grande différence sous ce rapport avec une machine à balancier latéral ordinaire. On se trouve donc ainsi rejeté dans tous les inconvénients des bielles d'une faible longueur, des roues à aubes d'une dimension colossale, et cela uniquement pour épargner une pièce de transmission ou pour profiter d'un avantage si léger qu'il ne mérite pas ce sacrifice. Du reste on a si vivement ressenti dans quelques-uns des bâtiments où MM. Seaward ont installé quelques-unes de leurs machines les inconvénients d'un arbre à manivelle, placé trop haut ou beau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coup au-dessus du centre de gravité, que dans le *Prometheus*, qui était pourvu de ces machines, on s'est déterminé tout dernièrement à abaisser cet arbre considérablement, quoique ce fût aux dépens de la longueur de la bielle, et qu'il n'y ait plus de proportions nécessaires entre la course des pistons, le diamètre et la vitesse des roues à aubes, etc. Du reste, nous devons le répéter, cette position trop élevée de l'arbre à manivelle n'est pas un défaut particulier à la machine de MM. Seaward, et nous avons déjà annoncé qu'on le retrouvait chez toutes les machines du système de la Gorgone; seulement on peut dire que ces constructeurs ont porté ce défaut plus loin que tous les autres, et à un point tel qu'on ne peut plus le tolérer aujourd'hui.

f. Nous craignons beaucoup que les griefs que nous venons d'énoncer contre les machines de MM. Seaward ne s'appliquent au même titre à celle de M. Robert Napier, qui, à bien l'examiner, n'est qu'une machine à balancier latéral déguisée avec des galets et des guides. En d'autres termes, la machine de ces ingénieurs nous paraît mériter tous les reproches qu'on adresse, à juste titre, au modèle de celles de la Gorgone sans procurer une économie d'espace. Le constructeur semblerait plutôt dans ce cas avoir pris à la lettre la suppression du balancier ou l'action directe plutôt que d'en avoir saisi l'esprit. En effet, qu'est-ce qui a donné lieu à l'introduction du système de l'action directe? c'est évidemment l'abus dans lequel semblaient être tombés presque tous les constructeurs. Tous leurs efforts tendaient alors à construire des machines suivant leur caprice, et à bien loger ces machines à bord des bâtiments, sans s'inquiéter s'il resterait après suffisamment d'espace disponible pour loger les équipages et les approvisionnements, ou si les bâtiments de commerce pourraient prendre un chargement suffisant pour payer les intérêts du capital de construction ainsi que les frais du voyage. Qu'en est-il résulté? c'est qu'on a réclamé impérativement la construction de machines occupant beaucoup moins de place que les anciennes, et que la première idée qui s'est présentée a été la suppression du balancier. Or, comme il paraît à peu près démontré aujourd'hui que les machines à balancier ne peuvent pas satisfaire à la condition exigée, on a dû les abandonner, probablement pour ne plus y revenir, et les remplacer par les machines à action directe, qui paraissent seules appelées à résoudre la difficulté. Il ne faudrait donc pas, au milieu de l'état d'enfantement où se trouve aujourd'hui cette partie de la mécanique, et au moment où l'on recherche avec ardeur les combinaisons les plus propres à assurer les avantages de l'action directe, produire des machines qui, loin d'aplanir le chemin, semblent au contraire y semer les obstacles en combinant les défauts de l'ancien système avec ceux qu'on reproche encore au nouveau, et jeter ainsi une sorte de discrédit public sur un système nouveau, qui nous paraît devoir conduire à d'heureux résultats si on l'applique avec intelligence et si on l'étudie avec bonne foi et sagacité.

D'après ces motifs, nous pensons qu'il n'est plus possible aujourd'hui de fonder des spéculations sur un retour présumé aux machines à balancier, que tous les efforts des constructeurs doivent être dirigés aujourd'hui vers l'action directe, en cherchant à débarrasser les machines de ce modèle des désavantages qu'elles présentent encore; cette tâche, tant s'en faut, n'est pas au-dessus des ressources de la mécanique, et, bien au contraire, nous sommes convaincus qu'on ne tardera peut-être pas à découvrir le modèle qui conduira au but. L'ardeur avec laquelle tous les constructeurs anglais sont entrés dans cette voie est sans nul doute du meilleur augure, et nous ne devons pas hésiter à les encourager dans la tâche difficile, mais honorable et utile, qu'ils ont entreprise.

g. La dernière machine, modèle de celle de la Gorgone, dont nous aurons à nous occuper est celle qu'on doit à MM. Scott et Sinclair, mais dont il ne nous a pas été possible de nous procurer un dessin bien exact. Cette machine paraît se distinguer par une symétrie parfaite et un soin particulier dans la combinaison et l'adaptation des pièces dans leur ensemble; mais nous craignons qu'elle ne soit plus remarquable sous le rapport de l'esprit qu'on y remarque que sous celui du jugement. Les condenseurs sont placés entre les cylindres, comme dans la disposition adoptée par MM. Miller et Comp^e, et il y a une pompe à air distincte pour chaque machine, de façon que le mécanisme en paraît assez compact, et qu'on semble avoir pris des précautions contre les accidents. Néanmoins, ces machines, si nous avons bien saisi leur structure sur le croquis que nous avons eu en main, présentent le défaut fatal et incroyable que, si un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

accident arrive à l'une quelconque des pièces d'une de ces machines, toutes deux se trouvent hors de service. Pour compendre le moyen singulier à l'aide duquel cette solidarité a lieu, il suffit de remarquer que la pompe à air de chaque machine paraît être manœuvrée par la traverse de la machine opposée, dans le but, à ce que nous supposons, de donner au clapet de la pompe à air le même mouvement qu'à une soupape; et, par conséquent, de réaliser un vide plus parfait. Assurément il serait à désirer qu'on atteignit ce but, mais le plan qui a été adopté pour y parvenir entraîne le cas dont il a déjà été question; car si le bras de la manivelle, la bielle ou autre pièce principale du mécanisme de l'une des machines, vient, par accident, à se rompre, il s'ensuit que l'autre machine ne peut plus non plus fonctionner, par suite de l'impuissance de sa pompe à air, qui ne marche plus. Quoi qu'il en soit, nous devons être juste et dire que le modèle que nous venons de critiquer n'a point encore été exécuté et n'est qu'un projet, et que, dans ce cas, on ne doit pas attendre une perfection égale à celle où des plans ont été perfectionnés et mûris par la pratique.

h. C'est à MM. Maudslay et J. Field qu'on doit le modèle de machine à vapeur à action directe, que nous avons appelé système siamois, dont nous allons faire l'examen.

Dans ce modèle, qui a été décrit avec détails dans *le Technologiste*, 2e année, page 316, et représenté dans la planche 20, fig. 20 et suivantes, on se rappelle que MM. Maudslay et Field ont admis deux cylindres à vapeur pour une même machine. La vapeur agit simultanément sur les deux pistons renfermés dans ces cylindres, les élève et les abaisse simultanément au moyen de leurs tiges, qui se trouvent articulées à une traverse horizontale pourvue de guides. Deux joues ou plaques verticales, attachées par leur partie supérieure à cette traverse et formant un T avec elle, sont liées à leur extrémité inférieure à une glissière, qui a un mouvement de va-et-vient sur des languettes verticales, qui lui servent de guides et qui ont été ménagées à la fonte sur la surface convexe des cylindres qu'on a placés l'un près de l'autre. La bielle est, d'une part, articulée à cette glissière entre les barres, et, de l'autre, embrasse la manette de l'arbre à manivelle. Au moyen de ces dispositions, il est facile de concevoir que, pendant les mouvements simultanés d'ascension et de descente des deux pistons dans leurs cylindres, les tiges transportent alternativement de bas en haut et de haut en bas la traverse horizontale le long de ses guides. Celle-ci entraîne avec elle les joues ou plaques du T, qui font marcher la glissière en va-et-vient, et impriment par conséquent à la bielle le mouvement nécessaire pour faire tourner l'arbre à manivelle des roues à aubes.

Sans aucun doute, MM. Maudslay et Field ont eu pour objet, dans cette disposition, de remédier autant qu'il est possible, dans le système de l'action directe, à la brièveté de la bielle sans reporter l'arbre à une plus grande hauteur que d'habitude; mais on ne peut toutefois s'empêcher de demander s'il y avait nécessité d'introduire ainsi deux cylindres, et quel avantage ce modèle présente sur celui à un seul cylindre à deux bielles glissant à l'extérieur des deux côtés de celui-ci, suivant deux génératrices distantes entre elles de 180°, disposition dont l'application a été faite il y a déjà plus de vingt ans à divers bâtiments à vapeur, et qu'on doit, à ce que nous croyons, à M. Napier.

N'est-il pas évident en effet que l'emploi de deux cylindres pour une seule et même machine doit augmenter considérablement la main-d'œuvre, et, par conséquent, élever beaucoup le prix de l'appareil; que deux cylindres accroissent sans utilité réelle le poids et la masse de la fonte, ce qui est encore un inconvénient grave; que cette disposition exige une capacité plus étendue pour loger l'appareil, ce qui est contraire à la tendance vers laquelle on incline aujourd'hui avec raison de resserrer les machines à vapeur installées à bord des bâtiments dans l'espace le plus circonscrit qu'il est possible; faisons observer en outre que ces cylindres ont besoin, dans le modèle de MM. Maudslay et Field, d'être placés l'un devant l'autre, et à quelque distance pour le jeu de la bielle, c'est-à-dire suivant la longueur du navire, qui est la dimension la plus précieuse, celle qu'il convient d'économiser avec le plus de soin dans les bâtiments.

Remarquons encore que la surface convexe que présentent deux cylindres est plus considérable, à aire égale, que celle d'un seul cylindre, et, par conséquent, qu'il y a une plus grande déperdition de chaleur par le rayonnement, que les fuites doivent nécessairement être plus imminentes, les dérangements plus fréquents, avec deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cylindres que quand il n'y en a qu'un ; enfin, que la nécessité où l'on est de n'employer qu'un seul tiroir pour les deux cylindres, les lumières doivent, en toute rigueur, être plus longues, c'est-à-dire qu'il doit y avoir une consommation de vapeur supérieure à celle qu'il faudrait dépenser pour produire le même effet avec une machine du modèle ordinaire.

Ce n'est pas tout encore, c'est que dans ce système les résistances passives doivent être plus grandes que dans la machine à un seul cylindre. Il est évident qu'il doit y avoir plus de frottement pour maintenir les deux pistons étanches qu'il n'en faudrait pour un seul ; que l'on suppose que ces deux pistons partent bien ensemble et simultanément au moment de l'introduction et de la condensation de la vapeur ; que si cette condition n'est pas remplie, et il doit arriver fréquemment qu'elle ne l'est pas, alors il y a perte de force vive et des frottements tellement considérables, que la machine ne peut plus arriver à la force nominale pour laquelle elle a été établie, et doit exiger de fréquentes réparations et être promptement hors de service.

Tous ceux qui ont construit ou conduit des machines à vapeur concevront très-bien que toute différence qui pourra exister dans le frottement de la garniture des pistons ou dans les boîtes à étoupes, provenant de ce que l'un aura été serré davantage que l'autre, donnera une tendance à retarder le piston où aura lieu cet excès de frottement, et, par conséquent, en empêchant les pistons de partir ensemble, imprimera un degré correspondant de torsion à la traverse qui unit les deux tiges ; d'ailleurs, il n'est pas d'ingénieur qui ne sache que dans deux machines identiques sous tous les autres rapports il arrive souvent que l'une d'elles marche mieux que l'autre, sans qu'il soit possible d'assigner la cause réelle de cette différence. Or il est évident qu'une inégalité de ce genre dans le système Siamois doit amener promptement la destruction de la machine, et, d'ailleurs, ne sait-on pas aujourd'hui qu'il peut très-bien exister une différence de pression dans les deux cylindres, quoique desservis par un même tiroir, même quand ces deux cylindres seraient parfaitement étanches, et, à plus forte raison, lorsque les garnitures, les joints, les boîtes à étoupes laissent échapper d'une manière inégale la vapeur ou livrent entrée à l'air extérieur.

Tous ces défauts, comme on le voit, sont très-sérieux et ont même à nos yeux une telle gravité, que nous n'hésitons pas à repousser le système siamois ou des cylindres conjugués de MM. Maudslay et Field, pour les machines à vapeur de navigation, et à déclarer que dans notre opinion c'est un des plus mauvais qu'on puisse installer aujourd'hui à bord d'un bâtiment à vapeur. Nous sommes étonnés que des constructeurs d'un mérite aussi éminent que M. Maudsley et M. Field n'aient, en réunissant leurs efforts, donné naissance qu'à une machine aussi imparfaite qui pèche contre les lois de la mécanique, et qui s'écarte en une foule de points des principes véritables qui doivent guider ceux qui s'appliquent aujourd'hui à la construction et au perfectionnement des machines de navigation.

Toutefois, quelle que soit la sévérité du jugement que nous avons été forcés de formuler contre le système de ces constructeurs, nous devons, pour être juste, ajouter que divers détails de leur machine ont bien quelque mérite et présentent quelque chose d'ingénieux. A cet égard, nous citerons entre autres leur tiroir cylindrique, ainsi que le mode qu'ils ont adopté pour manœuvrer leur pompe à air, etc.; mais tout cela ne suffit pas pour racheter des défauts matériels dans les organes principaux de la machine, et pour infirmer le jugement que nous avons porté.

III. Le système dit annulaire parmi les machines à vapeur à action directe, est de l'invention de M. J. Maudslay, et quelque condamnable que soit déjà le précédent, celui-ci semble le surpasser encore à cet égard.

Ce système ayant été décrit dans *le Technologiste*, 3e année, page 513, et représenté dans les fig. 40 à 43 de la pl. 36, nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire d'entrer à son égard dans des explications étendues. Nous rappellerons seulement que dans ce système il existe un grand cylindre bien calibré à l'intérieur et dedans un second cylindre placé bien concentriquement et tourné sur sa face convexe. Le piston est annulaire et se met entre les deux cylindres ; il porte deux tiges assemblées sur une traverse portant deux joues en T, une de chaque côté qui se terminent par le bas par une glissière qui voyage sur des guides à coulisse placés à l'intérieur du petit cylindre et à laquelle est articulée la bielle qui fait marcher la manivelle de l'arbre, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si nous voulions nous livrer à un examen sérieux de cette machine, il ne nous serait pas difficile de démontrer que comme la précédente sa construction exige une main-d'œuvre considérable, qu'il y a déperdition bien plus active de chaleur par rayonnement des surfaces plus étendues, des chances de fuite plus nombreuses, des chances de dérangement plus multipliées, des réparations plus fréquentes, oubli complet des principes de l'économie de l'espace à occuper dans l'intérieur du bâtiment ; frottement énorme ; équilibre imparfait du piston, et enfin réparations extrêmement difficiles pour certaines pièces dont les agencements sont cachés à tous les yeux ou placés au fond d'autres pièces où l'on ne peut atteindre qu'avec difficulté ou même pas du tout, etc.

Nous nous croirons donc pleinement justifié quand nous porterons sur le système annulaire ou à cylindres concentriques le même jugement que nous avons prononcé contre le système des cylindres conjugués, et quand nous déclarerons que dans l'état actuel de la question mécanique de la navigation à la vapeur, ce système ne saurait plus être applicable avec avantage.

IV. Le système en clocher est une invention de M. David Napier ; il a le mérite d'être compacte, très-propre à la navigation fluviale, et de présenter des avantages qui depuis quelque temps en ont étendu l'application.

Pour s'en faire une idée, il suffit de jeter les yeux sur la fig. 29 de la pl. 57, où l'on a représenté en coupe une machine de ce genre, établie par M. Napier lui-même. Dans son système, le piston porte deux tiges très-longues qui vont s'assembler par le haut sur un axe horizontal conduit dans son mouvement de va-et-vient par des guides. Sur cet arbre est attachée la bielle qui fait agir la manivelle de l'arbre des roues motrices, lequel est placé plus bas entre les tiges des pistons, ainsi qu'une autre bielle qui, par l'entremise d'un levier, manœuvre la pompe à air.

Le défaut de ce système consiste dans la longueur des tiges du piston, qui ont besoin, pour ne pas fléchir, d'être très-fortes, ou qu'on est obligé de faire passer par des colliers pour s'opposer à cette flexion, et pour qu'elles fonctionnent toujours suivant une ligne parfaitement verticale ; l'accroissement de frottement qui résulte de cette disposition, et dont il est facile de se rendre compte ; ensuite l'incommodité d'avoir sur le pont, indépendamment de la cheminée, une pyramide rectangulaire assez haute, qui prend de la place, contrarie le chargement, la manœuvre, élève le centre de gravité, donne prise au vent, etc. Aussi ce modèle paraît-il peu applicable à la navigation maritime, et en a-t-on borné jusqu'à présent l'emploi aux bâtiments qui naviguent sur les rivières.

On a apporté sur divers bâtiments pourvus de ces machines quelques modifications, qui en ont rendu le jeu plus commode et plus précis ; mais partout où l'on a admis des pompes à air d'une grande hauteur, et où, par conséquent, le piston se meut avec rapidité, les clapets se ferment avec tant de force et de vivacité, que ces pièces doivent promptement être mises hors de service. On pourra remédier à cet inconvénient en faisant usage des clapets équilibrés du Cornouailles, tant pour celui d'alimentation que pour ceux du piston de la pompe à air.

La dernière machine à action directe dont nous aurons à nous occuper est celle de MM. Bury, Curtis et Hennedy, c'est peut-être la meilleure de toutes celles dont il a été question jusqu'à présent. Cette machine toutefois est de l'invention de M. D. Napier, et lui fait honneur ; seulement elle a été perfectionnée par MM. Bury et Comp°. Nous avons fait représenter dans les fig. 25 à 28 de la pl. 57 la machine de ce genre qui a été récemment installée à bord du *Nimrod*, et en voici une description sommaire.

A, cylindre à vapeur ; B, pompe à air ; C, tiroir distributeur ; D, coulisses servant à guider l'extrémité des bielles latérales ; E, condenseur séparé en deux chambres par un diaphragme ; ces chambres peuvent être mises à volonté en communication l'une avec l'autre, ou bien la communication peut être interrompue au moyen d'une soupape ; O, bâche à eau chaude ; G, soupape qui sert à régler l'expansion ; F, pompe alimentaire ; I, pompe des petits fonds ; J, traverse du piston et des bielles intérieures ; K, traverse qui unit les bielles extérieures ; L, bielles intérieures ; M, bielles extérieures ; N, colonnes du bâti ; P, réservoir ou chambre pour la soupape d'expansion ; Q, traverse des pompes à air : R, bielle qui transmet le mouvement aux pompes ; S, guides des tiges de ces mêmes pompes ; T, manivelle ou autre pièce intermédiaire pour manœuvrer les pompes à air ; U, tuyau d'arrivée de vapeur ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

V, bras de la manivelle ; W, arbre à manivelles ; X, bâti ; Y, tuyau d'évacuation pour les eaux ; Z, tuyau d'évacuation de la vapeur qui se rend au condenseur. *a*,*b*,*c*,*d*,*e*,*f*,*g*, système de leviers et de contre-poids propre à régler la soupape d'expansion ; *l*,*k*, bâti en bois qui porte la machine ; *m*, piston de la pompe à air ; *n*, sa tige ; *p*, enveloppe du tube de communication des deux condenseurs ; *q*.*q*, deux tuyaux d'injection, l'un pour le condenseur supérieur, l'autre pour l'inférieur ; *r*,*r*, clapets d'évacuation des eaux d'injection ; *s*,*s*, ceux pour l'air et l'évaporation des eaux au dehors ; *w*, enveloppe des condenseurs et des bâches ; *t*, tuyau de communication entre la soupape d'expansion et sa chambre ; *y*, soupape équilibrée pour l'évacuation des eaux de condensation dans le cylindre.

Ainsi qu'il est facile de le voir, ce qu'il y a de plus remarquable dans cette machine est la pompe à air à double effet qui a été substituée à deux pompes de l'espèce ordinaire dans lesquelles l'air s'accumule sous le piston, ce qui ne peut arriver ici, puisque le piston s'élève au delà des ouvertures pour l'évacuation de l'air et de l'eau.

Nous avons passé en revue les principales machines à vapeur à action directe qui ont jusqu'à présent été installées à bord des bâtiments. Il en est bien quelques autres établies sur des idées nouvelles, mais qui sont encore en construction et par conséquent que nous ne pouvons juger sur de simples rapports. Parmi les machines que nous avons fait connaître, c'est celle de MM. Bury qui nous paraît remplir le plus grand nombre de conditions qu'on doit chercher dans ces appareils ; à nos yeux elle est même assez parfaite dans l'état où nous l'avons décrite pour faire bannir sans retour les machines à balancier, et même celles à action directe de la plupart des systèmes indiqués.

Vaisseau enduit en colle navale.

La célèbre frégate anglaise *Shannon*, de 46 canons, a été mise sur les formes, au chantier de Sheerness, pour enlever son doublage en cuivre, qui doit être remplacé par un enduit de la colle navale de Jeffery. Quand ce travail sera terminé, elle sera mise à flot et en commission ; puis, au bout d'un an, on la remettra sur chantier pour s'assurer si cette colle est de nature à pouvoir remplacer un doublage en cuivre dans les conditions ordinaires de la navigation. La dépense d'un doublage en cuivre, pour un bâtiment de cette grandeur, est d'environ 25,000 francs, tandis que l'enduit en colle navale ne dépasserait pas un dixième de cette somme. Si on réussit, ne fût-ce même que pour une durée beaucoup moindre, on aura produit une économie considérable dans le budget de la marine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Des applications du vide aux travaux industriels.

Par M. KUHLMANN.

Il m'a paru très-intéressant pour la science et pour l'industrie d'étudier avec quelque soin l'influence que le vide peut exercer sur les réactions chimiques, et d'amener à une solution les questions suivantes qui, à ma connaissance, n'ont pas encore été l'objet d'un examen spécial :

1° En opérant dans le vide, l'action de la chaleur ne peut-elle pas, dans un grand nombre de circonstances, permettre de distinguer le degré de stabilité des combinaisons chimiques, et reconnaître celles qui peuvent être considérées comme de simples mélanges ?

2° Le vide peut-il amener quelque perturbation dans les époques auxquelles les décompositions chimiques se produisent ?

3° En soumettant à une faible pression certaines substances qui, par l'action de la chaleur, donnent lieu au développement de quelques corps nouveaux, tels que les acides pyrogénés, ne peut-on pas mieux isoler ces corps qu'en opérant à la pression habituelle ?

4° Par le vide, l'époque de l'ébullition des différents corps que la distillation nous donne le moyen de séparer, se trouve modifiée lorsque ces corps sont isolés. Cette circonstance a-t-elle de l'influence sur le rapport dans lequel ces corps passent à la distillation, alors qu'on opère à diverses pressions ?

Les faits que j'ai constatés, en étudiant l'éthérification, démontrent que deux corps mélangés ou faiblement associés, lorsqu'ils sont susceptibles de réagir l'un sur l'autre, peuvent donner par la chaleur des résultats différents, suivant que l'on opère sous la pression de l'air ou dans le vide. Dans l'exemple cité, l'un des corps s'est volatilisé dans le vide avant que la température ait pu s'élever au degré nécessaire pour déterminer sa décomposition par l'autre corps.

J'ai lieu de penser que le vide pourra devenir quelquefois, dans les recherches expérimentales, un auxiliaire précieux, un véritable moyen d'analyse. Jusqu'ici la diminution de la pression de l'air m'a paru apporter bien peu de changements dans les époques auxquelles les décompositions chimiques ont lieu ; ainsi l'acide sulfurique concentré décompose le bioxalate de potasse à une température égale, dans le vide comme sous la pression de l'air ; j'ai observé des résultats analogues pour la décomposition, par la chaleur, du nitrate d'ammoniaque, de l'acétate de cuivre, etc.

On ne saurait cependant se prononcer avec trop de circonspection sur cette uniformité d'action, en présence des observations assez nombreuses de perturbations que de fortes pressions peuvent apporter dans les époques habituelles des réactions chimiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la séparation des corps pyrogénés, au fur et à mesure de leur formation et avant que les matières qui leur donnent naissance aient subi une altération plus profonde, personne ne saurait contester l'utilité de l'emploi du vide; c'est de toutes les questions celle dont la solution me paraît devoir être la plus favorable; elle est écrite, en quelque sorte, dans l'énoncé même de la proposition.

La question de la distillation à haute et à basse pression aurait un intérêt industriel puissant, si l'on venait à constater que, sur des mélanges soumis à la distillation, le corps le plus volatil s'isole plus complétement dans le vide que sous la pression atmosphérique.

Ces circonstances ne paraissent pas se présenter pour l'alcool et l'eau en s'arrêtant aux limites de la pression atmosphérique; cela résulte du moins des expériences suivantes :

I. 372 grammes d'alcool à 25 degrés centésimaux, à 15 degrés de température, ont été soumis à la distillation sous la pression de $0^{m}.76$ de mercure; en 30 minutes, ils se sont trouvés réduits à 279 grammes, qui n'avaient plus que 7 degrés alcoométriques; la température, au maximum, a été de 95 degrés.

La même quantité d'alcool à 25 degrés, distillée sous la pression de 10 à 12 centimètres de mercure, avec une élévation de la température maximum de 58 degrés, a laissé, après une réduction du poids primitif de 93 grammes, un liquide qui marquait également 7 degrés. La distillation a duré 55 minutes.

II. $363^{gr}.20$ d'alcool à 50 degrés centésimaux, à 15 degrés de température, par une perte de 98 grammes faite en une heure sous la pression de 76 centimètres de mercure, la température maximum s'étant élevée à 90 degrés, ont laissé un résidu marquant 35 degrés à l'alcoomètre.

La même quantité d'alcool à 50 degrés, distillée sous la pression de 10 à 12 centimètres de mercure, après le départ de $91^{gr}.20$ de matière, a donné un résidu marquant 36 degrés. La température maximum a été de 50 degrés, et la durée de l'opération une heure.

III. 272 grammes d'alcool à 80 degrés centésimaux, soumis à la distillation sous la pression de 76 centimètres de mercure, après avoir laissé échapper en vapeur 111 grammes de matière, ont donné un liquide qui avait conservé une densité de 74 degrés à l'alcoomètre. L'opération a été faite en 50 minutes, et la température maximum a été de 82 degrés.

La même quantité d'alcool à 80 degrés, après avoir perdu par la distillation 111 grammes en élevant la température à 48 degrés au maximum, la pression étant de 10 à 12 centimètres de mercure, a donné également 74 degrés à l'alcoomètre. L'opération n'a duré que 35 minutes.

On voit qu'en variant même un peu la durée des opérations dans le premier et dans le dernier essai, les résultats, quant à la densité du liquide restant, ont été les mêmes sous une faible pression comme à la pression ordinaire.

Faut-il conclure de ces quelques expériences que les résultats pour la distillation de tous les liquides seront les mêmes? Certes, non; car bien que j'aie remarqué que le rapprochement de l'époque de l'ébullition des divers liquides à la faveur des basses pressions ne diffère pas considérablement, il faut considérer que cette différence est à peu près nulle pour l'alcool et l'eau.

Il y a d'ailleurs, dans la distillation des liquides alcooliques, d'autres considérations qui réclament un examen plus approfondi de la question; il s'agit de savoir comment se présente à la distillation dans le vide la question des huiles produites par la fermentation; enfin il y aura dans la pratique à tenir compte aussi de la rapidité avec laquelle les distillations dans le vide peuvent s'effectuer.

L'industrie trouvera, sans nul doute, dans le vide un moyen efficace d'obtenir, dans un grand état de pureté, les huiles essentielles des résines et des goudrons.

Il est une opération industrielle où la diminution de la pression de l'air m'a paru pouvoir être appliquée avec succès; c'est la concentration de l'acide sulfurique.

Le plus haut degré de l'aréomètre auquel il soit possible à la pression habituelle de concentrer l'acide sulfurique dans des chaudières de plomb, est de 62 à 63 degrés Baumé. Le plus souvent on s'arrête à 60 ou 61 degrés; toutefois en opérant avec quelques ménagements, les chaudières de plomb ne sont pas sensiblement attaquées, même en poussant la distillation au delà de 62 degrés.

En chauffant l'acide sulfurique sous une faible pression, on rapproche son point d'ébullition suffisamment pour que la concentration puisse être complétée dans des vases de plomb.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'ébullition de l'acide à 66 degrés peut avoir lieu de 190 à 195 degrés, sous une pression de 3 à 4 centimètres de mercure ; à 10 centimètres de pression, la température s'élève à 215 degrés (1).

Quoique la température à laquelle le plomb est attaqué par l'acide sulfurique soit assez rapprochée du point d'ébullition de cet acide dans le vide, la concentration de l'acide sulfurique jusqu'à 66 degrés pourra s'exécuter en fabrique dans des chaudières de plomb, et n'exposera pas plus les vases à être corrodés ou fondus, que l'opération telle qu'elle se pratique actuellement en arrêtant la concentration à 62 degrés de l'aréomètre.

En faisant concentrer à faible pression de l'acide jusqu'à 66 degrés, dans des ballons de verre contenant des lames de plomb, la concentration se produit avec facilité sans que le plomb soit sensiblement attaqué.

Il reste à examiner les questions de l'exécution en grand des diverses applications du vide dont je viens de faire mention.

Pour la distillation des alcools, des essences, etc., aucune altération n'étant exercée sur les vases de cuivre, l'on pourra puiser dans l'industrie sucrière les appareils nécessaires pour produire la vaporisation et la raréfaction de l'air, et dans les procédés actuels de distillation, les moyens de condensation.

Pour la condensation de l'acide sulfurique, les difficultés sont plus sérieuses ; toutefois l'industrie a déjà résolu des problèmes plus difficiles. En effet, pour la construction des chaudières, n'avons-nous pas le moyen de revêtir les vases de cuivre d'une couche épaisse de plomb, et d'établir promptement par les mêmes procédés de soudure des fermetures hermétiques ? Comme moyen d'aspiration, n'avons-nous pas le jet de vapeur qui pourrait directement se décharger dans les chambres de plomb et entraîner les vapeurs et les gaz dus à l'ébullition de l'acide ?

Il est à craindre toutefois que le jet de vapeur ne puisse pas suffire comme moyen de raréfaction, et qu'il faille avoir recours à des moyens plus efficaces et plus dispendieux. Une grande difficulté s'est rencontrée dans l'emploi d'un appareil d'essai en plomb que j'ai fait construire récemment : c'est le maintien de la température à la limite convenable pour ne pas exposer le plomb à être attaqué et l'acide à être chargé de sulfate de plomb.

En consignant ces premières et bien incomplètes observations, je prie de vouloir bien constater que je ne fais qu'énoncer des espérances dans l'intérêt des progrès industriels, et que je sais faire la part des difficultés que rencontre souvent, tant sous le rapport de l'exécution que sous celui de l'économie, l'application, aux travaux de nos manufactures, de résultats de laboratoire d'ailleurs bien observés.

J'ai cru utile cependant d'appeler l'attention des industriels sur une application plus générale du vide, persuadé que si cette application s'est arrêtée jusqu'ici à la fabrication du sucre, c'est que les avantages qu'elle peut procurer à d'autres industries n'ont pas été suffisamment appréciés.

(1) Pour la constatation des diverses températures dont il est question dans cette note, toutes les observations ont été faites en chauffant très-lentement, dans des bains de sable, le thermomètre plongé dans les liquides jusqu'au 0 degré de l'échelle, la température de l'air extérieur étant de 15 degrés.

Nouveau mode d'essai pour déterminer la valeur des potasses, soudes et manganèses du commerce.

Par MM. R. Fresenius et H. Will.

(Fin.)

III. *Essai de la valeur des manganèses du commerce.*

Sous le nom de manganèse, on entend, dans l'acception rigoureuse du mot, la *pyrolusite* des minéralogistes qu'on rencontre en assez grande abondance en filons ou en nids, la plupart du temps accompagnée dans le porphyre de spath, de baryte, dans les schistes argileux, dans les filons ou les gisements de fer, et qui d'après sa composition chimique est un peroxide de manganèse. Dans l'acception générale et plus restreinte de ce mot, on entend un mélange de pyrolusite avec d'autres oxides naturels de manganèse, mélange qu'on retire des exploitations et qu'on rencontre dans le commerce.

Dans l'emploi des manganèses pour la préparation du chlore, il n'y a d'utile que l'oxigène, qu'ils renferment indépendamment de celui nécessaire à la constitution de l'oxidule de manganèse, c'est le seul qui par le contact avec l'acide chlorhydrique, mette en liberté une proportion correspondante de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chlore et qu'on appelle pour cette raison oxigène disponible. Cet oxigène disponible a seul une valeur vénale pour le fabricant de chlore, et c'est sa proportion qui détermine celle du manganèse.

Indépendamment de cela, il y a aussi une circonstance qui mérite d'être prise en considération. Plus la pyrolusite est mélangée de substances minérales (telles par exemple que le spath pesant), que l'acide chlorhydrique ne peut attaquer, ou d'autres qui se dissolvent dans ce dernier acide (telles que l'oxide de fer, l'alumine et la chaux), plus aussi sont variables les quantités d'acide chlorhydrique nécessaires pour mettre en action la proportion de son oxigène disponible. Par conséquent, la valeur d'un manganèse dépend aussi de la quantité d'acide qu'il exige pour sa décomposition.

A. *Essai des manganèses sous le rapport de leur teneur en oxigène disponible.* Pour résoudre ce problème, MM. Berthier et Thomson conseillent de doser l'acide carbonique que le manganèse dégage par la décomposition de l'acide oxalique. Quoique la méthode de ces chimistes ne remplisse pas parfaitement l'objet, la faute n'en est pas dans le principe qu'ils ont adopté, mais seulement dans la manière de conduire l'opération. Le mode d'expérimentation, au moyen duquel nous croyons avoir écarté toutes les sources d'erreur, est le suivant.

On introduit dans le flacon A de l'appareil alcalimétrique fig. 2, pl. 55, une certaine quantité de manganèse finement pulvérisé, on y ajoute 2 1/2 parties ou un peu plus d'oxalate neutre de potasse (qu'on obtient aisément en saturant de l'acide oxalique ordinaire avec du carbonate de potasse évaporant et faisant cristalliser) qu'on a aussi réduit en poudre, ou bien 2 parties d'oxalate neutre de soude et la quantité d'eau nécessaire pour que le flacon soit rempli environ jusqu'au tiers. Dans cet état, on applique le bouchon sur ce flacon, on tare l'appareil, puis on aspire ainsi qu'il a été indiqué pour les essais alcalimétriques un peu d'acide sulfurique qui passe du flacon B dans le flacon A. Le dégagement de l'acide carbonique commence aussitôt, non pas par secousses, mais très-également; quand ce dégagement a cessé, on aspire de nouveau un peu d'acide sulfurique, et on continue de la sorte jusqu'à ce que tout le manganèse soit décomposé, ce qui exige une période de cinq à dix minutes, sans qu'il soit nécessaire de surveiller continuellement l'opération. La décomposition, lorsque le manganèse a été broyé un peu finement, s'opère aisément et complétement; on reconnaît qu'elle est terminée non-seulement à la cessation du dégagement de gaz en présence d'un excès d'acide sulfurique, mais encore à ce qu'il n'y a plus de poudre noire au fond du matras ou du flacon. Enfin, on aspire encore un peu plus d'acide sulfurique, afin que la liqueur qui est dans le flacon A s'échauffe fortement et que l'acide carbonique qu'elle renferme se trouve chassé complétement. Cela fait, on enlève le bouchon de cire *b* qui coiffe le tube *a*, on aspire l'air atmosphérique pour lui faire traverser l'appareil et on pèse; toute l'opération peut aisément être complétée en un quart-d'heure. D'après la perte du poids de l'appareil, c'est-à-dire de l'acide carbonique dégagé, on calcule la quantité d'oxigène disponible renfermée dans le manganèse, ou pour mieux dire la proportion de peroxide qu'il renferme par la règle suivante :

Deux équivalents d'acide carbonique sont à un équivalent de peroxide de manganèse, comme la quantité d'acide carbonique trouvée est à x, c'est-à-dire à la quantité de peroxide contenue dans le minerai employé.

Supposons qu'on ait pris 4 grammes de manganèse, et qu'il en soit résulté 3,5 grammes d'acide carbonique, il nous faudra poser la proportion :

$$550 : 546 :: 3.50 : x ;$$
$$x = 3.47 ,$$

c'est-à-dire que 4 grammes de manganèse soumis à l'essai renferment $3^{\text{gram.}},47$ de peroxide ou 86,7 sur 100 parties.

Pour rendre ce calcul inutile, il suffit d'examiner quelle est la quantité de manganèse nécessaire pour que le nombre de centigrammes d'acide carbonique qu'on obtient donne immédiatement les centièmes du peroxide de manganèse. Pour cela il faut poser

$$550 : 546 :: 100 : x ;$$
$$x = 0.993.$$

Par conséquent, en prenant $0^{\text{gr.}},993$ de manganèse pour faire un essai, le chiffre de l'acide carbonique dégagé exprimera immédiatement en centièmes la richesse du manganèse en peroxide. Si on obtenait ainsi une trop faible quantité d'acide carbonique pour en faire la pesée exacte, alors il fau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

drait mieux prendre un multiple de ce nombre pour diviser ensuite le nombre de centigrammes d'acide carbonique obtenu par le nombre par lequel on aurait multiplié l'unité. Le multiple le plus convenable nous a paru être le nombre 3 ou 2,98 grammes.

Dans le cas où le minerai de manganèse renfermerait des carbonates de terres alcalines, ainsi que cela se rencontre dans quelques gisements, notre procédé doit subir une modification préalable. Les manganèses qu'on ne connaît pas encore sous ce rapport, doivent être pulvérisés et arrosés d'acide sulfurique étendu, afin de s'assurer de l'absence ou de la présence des carbonates de chaux ou de baryte ; s'il y a effervescence, leur présence est démontrée, s'il n'y a pas effervescence ils n'y existent pas ; dans le premier cas on manipule ainsi qu'il suit :

On pèse, comme à l'ordinaire, la quantité prescrite de manganèse ($2^{gram}.98$), on dépose dans le flacon A, puis on verse dessus de l'acide nitrique très-étendu (1 d'acide et 20 d'eau), et on abandonne au repos pendant quelques minutes. Alors on décante la liqueur surnageant sur un papier à filtre, et on ajoute au manganèse resté dans le flacon deux à trois fois son volume d'eau, et on lave avec cette eau celui qui se trouve déjà sur le filtre et qui s'est égoutté. Dans cet état, on jette le filtre ainsi que toute la pâte de manganèse dans le flacon, mais avec précaution pour qu'il n'y en ait pas de perdu, puis on termine l'expérience comme à l'ordinaire.

B. *Essai des manganèses en ayant égard à la quantité d'acide nécessaire à leur décomposition complète.* On a déjà prévenu qu'il n'était pas indifférent relativement à la consommation de l'acide dans la préparation du chlore, de savoir de quelle manière les minerais qui souillent les manganèses du commerce se trouvent mélangés au peroxide. Nous avons à cette occasion fait remarquer que l'alumine, le fer, la chaux, de même que les degrés moindres de l'oxidation du manganèse exigent une plus grande dépense d'acide, tandis que le spath pesant et les autres corps insolubles dans les acides n'occasionnent aucune perte de ce genre.

Si on désirait connaître un manganèse sous ce rapport, indépendamment de l'essai ordinaire, il faudrait apporter la modification suivante au procédé précédent, afin d'atteindre une sécurité parfaite.

On prend de l'acide sulfurique du commerce, et on détermine son titre une fois pour toutes d'après le moyen précédemment décrit ou encore avec un aréomètre très-précis. Cet acide, après en avoir pris le titre, doit ensuite être conservé dans un vase bien bouché afin que ce titre ne s'abaisse pas.

On pèse et on verse dans le flacon A une quantité telle de cet acide, que l'acide anhydre qu'il renferme s'élève à $5^{gram}.4$. Les poids qu'il faut en prendre, d'après le poids spécifique de l'acide, sont indiqués dans le tableau suivant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

POIDS SPÉCIFIQUE trouvé.	QUANTITÉ D'ACIDE anhydre en centièmes.	POIDS qu'il faut prendre.
1.8485	81,84	6.708
1.8480	81.13	6.742
1.8475	80.72	6.776
1.8467	80.31	6.811
1.8460	79.90	6.846
1.8449	79.49	5.881
1.8439	79.09	6.916
1.8424	78.68	6.951
1.8410	78.28	6.987
1.8393	77.84	7.027
1.8376	77.40	7.067
1.8356	77.02	7.101
1.8336	76.65	7.136
1.8313	76.24	7.174
1.8290	75.83	7.213
1.8261	75.42	7.252
1.8233	75.02	7.291
1.8206	74.61	7.331
1.8179	74.20	7.371
1.8147	73.72	7.412
1.8115	73.79	7.453
1.8079	72.97	7.495
1.8043	72.57	7.537

On verse ensuite dans le flacon la quantité d'eau nécessaire pour que ce vase soit rempli au quart, et enfin de 6, 5 à 7 grammes d'oxalate neutre de potasse, ou de 5.5 à 6 grammes d'oxalate neutre de soude. Dans cet état, on pèse 2 gram..98 du manganèse qu'on veut essayer et qu'on a soumis préablement aux épreuves relatives aux carbonates des terres alcalines, et on les introduit dans un petit tube en verre de la même grandeur et de la même forme que celui dont on sert en acidimétrie. Dans un second tube semblable, on introduit le même poids ou un peu davantage (la précision du poids n'est pas ici d'une nécessité absolue), de pyrolusite pure pulverisée (1). Alors on suspend avec un filet et de la manière qui a été décrite précédemment, le tube rempli du manganèse à essayer dans le flacon A de l'appareil préparé, on pose sur la balance, puis on ajoute sur le plateau le tube rempli de pyrolusite. Dans l'autre plateau, on place les tubes comme à l'ordinaire.

On soulève alors un peu le bouchon sur le flacon A, et on laisse tomber le tube au manganèse au fond de celui-ci. Le dégagement de l'acide carbonique commence aussitôt, et dure jusqu'à ce que tout le manganèse soit décomposé. Lorsque l'action commence à se ralentir, on plonge le flacon A dans l'eau chaude et on l'y laisse jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de bulles. Alors on enlève la boule de cire (1), on retire le

(1) Il est indispensable de faire cette opération tandis que le flacon est encore plongé dans l'eau chaude, car si on l'en retire avant d'ouvrir le tube *a*, l'acide sulfurique serait résorbé dans le flacon B, et l'essai perdu.

(1) Pour cela, il faut se servir de pyrolusite exempte des autres minerais manganesiques. Si elle renfermait du spath pesant, elle serait encore propre à ce service; mais si elle contenait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

flacon de l'eau chaude, et on aspire l'acide carbonique. L'appareil refroidi et séché est porté sur la même balance ou il avait été placé auparavant, et sur laquelle se trouve encore le tube chargé de pyrolusite, et on rétablit l'équilibre pour l'acide carbonique qui s'est dégagé. Le nombre de centigrammes nécessaire pour cela divisé par 3, fournit la quantité de peroxide renfermé dans le manganèse essayé, et comme précédemment en centièmes,

Cela fait, on enlève le poids qu'on a mis pour établir l'équilibre et sans changer rien à la tare, on jette de même le tube chargé de pyrolusite dans le flacon A, après avoir toutefois replacé et assujetti le bouchon de cire. S'il ne se manifeste pas de nouveau dégagement d'acide carbonique, le manganèse était de la pyrolusite pure, et l'essai est terminé. Mais si on voit se rétablir le dégagement, on termine l'opération de la manière indiquée, et en plongeant à la fin le flacon A dans l'eau chaude. Quand on a opéré la succion, on pose encore une fois l'appareil sur la balance et on place sur le même plateau un poids de 3 grammes. Si l'équilibre se trouve rétabli exactement, il n'y a pas eu perte d'acide, le manganèse est mélangé, mais les substances qu'il renferme ne saturent pas une quantité appréciable d'acide. Mais si le plateau trébuche, avec l'appareil, alors on peut être certain qu'une portion de l'acide a servi à saturer l'oxide mélangé. Le nombre de centigrammes qui manquent aux 3 grammes, et qui doivent par conséquent être ajoutés à la tare pour rétablir l'équilibre, multiplié par 0.6114, donne immédiatement la quantité d'acide sulfurique anhydre, qui dans la décomposition de 100 parties du manganèse éprouvé est consommée sans effet utile dans la préparation du chlore. Ce même nombre, multiplié par 0.333, donne la quantité d'acide sulfurique sans effet utile employée à cette décomposition. Ce nombre, multiplié par 0.5552, fait connaître combien on consommera inutilement d'acide chlorhydrique anhydre pour la décomposition de 100 parties de manganèse. Enfin ce nombre, multiplié par 0.333, donne la proportion d'acide chlorhydrique dissipé inutilement quand on traitera 100 parties en poids de ce manganèse.

Principe du mode d'épreuve décrit. Les principes de nos méthodes seront faciles à comprendre d'après ce qui va être dit.

1 Equivalent de peroxide de manganèse peut être considéré comme composé de

1 équivalent d'oxide de manganèse,
et 1 équivalent d'oxigène.

Pour substituer le chlore à l'oxigène, il faut employer 2 équivalents d'acide chlorhydrique. L'un de ces équivalents s'unit à l'oxidule de manganèse pour former du chlorhydrate de protoxide de cette base (chlorure de manganèse et eau), et l'autre est mis en liberté sous forme de chlore, tandis que son hydrogène s'unit à l'équivalent d'oxigène pour former de l'eau. Si on remplace l'acide chlorhydrique par de l'acide sulfurique et du sel marin, alors il faut 2 équivalents d'acide sulfurique. Dans le cas où on voudrait obtenir l'excès d'oxigène du peroxide sous forme d'acide carbonique, on employerait 2 équivalents d'acide oxalique; et quand on remplacera l'acide oxalique par l'acide sulfurique et l'oxalate de potasse, il conviendra également de faire usage de 2 équivalents d'acide sulfurique.

Suivant le procédé indiqué, 2gram..98 de manganèse sont mis en contact avec une quantité d'acide sulfurique telle qu'elle renferme 5gram..47 d'acide sulfurique anhydre. Ces nombres sont dans le rapport de l'équivalent de peroxide de manganèse, et 2 équivalents d'acide sulfurique. Dans le peroxide pur de manganèse, il ne reste donc par la présence d'un excès d'oxalate de potasse après que la réaction a eu lieu, ni peroxide, ni acide sulfurique en excès. L'acide sulfurique a pour moitié contribué à former du sulfate de protoxide de manganèse, et pour l'autre moitié du sulfate de potasse. L'acide oxalique devenu libre est transformé par sa combinaison avec l'oxigène qui se dégage en 2 équivalents d'acide carbonique, et si on ajoute une nouvelle portion de manganèse, on n'obtient plus d'acide carbonique parce qu'il n'y a plus d'acide sulfurique pour mettre l'acide oxalique en liberté.

Déterminer ensuite d'après la quantité d'acide carbonique obtenue, la proportion de l'oxigène disponible du peroxide de manganèse, est une chose sur laquelle nous n'avons plus à revenir

---

de l'alumine et de la chaux, il faudrait la faire digérer à une douce chaleur dans l'acide nitrique étendu jusqu'à ce qu'elle ait été dépouillée de toutes ses parties solubles, la laver et la faire sécher. A défaut de pyrolusite de bonne qualité, on peut prendre de l'hydrate de peroxide de manganèse préparé artificiellement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ici, attendu qu'elle a été traitée ci-dessus avec les développements convenables. Qu'on puisse de même, d'après la quantité d'acide carbonique qu'on aura obtenue, trouver la proportion d'acide sulfurique qu'il faut employer pour la décomposition du peroxide, est également facile, quand on se rappelle que pour chaque équivalent de l'acide sulfurique qui a servi à mettre l'acide oxalique en liberté, ou lorsqu'à la place de l'oxalate de potasse on substitue le sel marin, pour chaque équivalent qui aurait été employé à mettre en liberté de l'acide chlorhydrique et du chlore, on obtient deux équivalents d'acide carbonique, ou ce qui est la même chose pour chaque équivalent, de l'acide sulfurique employé à la décomposition du peroxide de manganèse, 1 équivalent d'acide carbonique.

Voyons maintenant les changements qui surviennent, lorsque le manganèse n'est pas du peroxide pur, mais renferme en outre des hydrates d'oxides inférieurs, ou du fer, de la chaux ou du spath pesant.

Dans tous les cas, nous trouverons d'une manière exacte la richesse du manganèse en peroxide; l'acide sulfurique est ici en excès, l'oxalate de potasse est présent en quantité suffisante, en un mot toutes les conditions que nous avons regardées comme nécessaires se trouvent ici remplies.

Maintenant pour rendre manifeste le rapport de la consommation de l'acide, nous considèrerons le manganèse comme un mélange de 3 équivalents de peroxide et 2 equivalents de spath pesant.

Nous l'amenons en présence de l'oxalate de potasse, en contact avec dix équivalents d'acide sulfurique. Si ce manganèse était du peroxide pur, nous obtiendrions 10 équivalents d'acide carbonique, c'est-à-dire pour $5^{gram.}.47$, (quantité prescrite) d'acide sulfurique, $3^{gram.}$ d'acide carbonique, car

$$501 : 275 :: 5.47 : 3.00.$$

Dans le cas posé nous n'obtenons que 6 équivalents d'acide carbonique, les 4 autres équivalents d'acide oxalique mis en liberté par l'acide sulfurique, restent comme tels en solution, attendu qu'il n'y a plus d'oxigène pour pouvoir les transformer en acide carbonique. Si on ajout une nouvelle dose de peroxide, nous transformons encore ces 4 équivalents d'acide oxalique, en 2 équivalents d'acide carbonique et nous obtenons ainsi 4 équivalents de ce dernier. Nous en avons recueilli d'abord 6 équivalents, plus tard 4 équivalents, nous avons donc en tout 10 équivalents, c'est-à-dire la quantité qui aurait dû être dégagée par l'acide sulfurique, s'il n'en avait été distrait une certaine portion.

Supposons actuellement et pour rendre le cas très-simple, qu'au lieu de ce spath pesant, on ait du protoxide de manganèse ou de la chaux, nous n'obtiendrons de même d'abord que 6 équivalents d'acide carbonique, et il restera dans la liqueur 4 équivalents d'acide sulfurique ou plus exactement d'acide oxalique qui n'ont encore subit aucune réaction avec le peroxide de manganèse. Sur ces 4 équivalents, il y en a deux qui ne sont pas libres, mais combinés avec le protoxide de manganèse ou la chaux qui sont présents. Ajoutons dans cet état du peroxide, nous obtenons, par suite de cet état de choses, non pas 4, mais 2 équivalents d'acide carbonique. Nous avons donc en tout 8 équivalents de cet acide, tandis que nous aurions dû en avoir 10. Ces 2 équivalents d'acide sulfurique qui correspondent aux deux équivalents d'acide carbonique, ne sont donc pas employés à la formation de l'acide carbonique, ou bien lorsque nous remplaçons l'acide oxalique par le sel marin, à celle du chlore dans la fabrication de celui-ci.

En résumant ces principes, on peut les formuler ainsi qu'il suit :

La quantité d'acide carbonique qu'on obtient dans l'opération, en moins de celle qui correspond à l'acide sulfurique employé, est en équivalents simples proportionnelle à la perte que l'on a éprouvée en ce dernier acide par la présence de substances étrangères.

Dans le cas ou le manganèse renfermerait du carbonate de chaux, il faudrait, dans les modes d'essais précédents, déterminer préalablement sur une certaine portion, la proportion d'acide carbonique qu'il renferme à l'aide de notre méthode alcalimétrique, et avant qu'on opère les calculs. La proportion obtenue de $2^{gram.}.98$ de manganèse étant soustraite de la première ainsi que de la second pesée, le reste du calcul s'exécutera comme précédemment. On peut, dans le cas où la proportion de carbonate de chaux est moindre, prendre pour la commodité un multiple du nombre 2.98 en manganèse et calculer l'acide carbonique obtenu en ayant égard à ce multiple.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Préparation d'un nouveau blanc pour la peinture à l'huile.

Par MM. A. Vallé et Barresvil.

Nous désirons faire connaître ici les résultats auxquels nous avons été conduits en étudiant les divers composés chimiques, susceptibles de remplacer la céruse, au point de vue de leur application à la peinture à l'huile.

Des expériences nombreuses ont déjà été faites sur ce sujet; elles sont consignées dans le traité de peinture de M. de Montabert. Il résulte de nos recherches : 1° que plusieurs composés de plomb autres que le carbonate peuvent être employés comme la céruse ; 2° que l'antimoine, est après le plomb et le bismuth, le métal qui donne les blancs couvrant le mieux. Cette observation déjà ancienne indiquée par M. de Montabert, a été récemment reproduite par M. de Ruolz (voir *le Technologiste*, 5e année, pag. 155).

Comme il arrive avec les blancs de plomb, les blancs d'antimoine couvrent à des degrés différents, suivant leur mode de préparation.

M. de Montabert indique les fleurs argentines d'antimoine; nous préférons la poudre d'algaroth, qui nous paraît s'éloigner le moins des propriétés de la céruse. Toutefois nous nous réservons également l'emploi de l'oxide (préparé avec cet oxichlorure et le carbonate de soude), sublimé ou non sublimé. Voici le mode de préparation de ce nouveau blanc.

Pour obtenir la poudre d'algaroth, nous attaquons le sulfure d'antimoine par l'acide hydrochlorique, et nous conduisons l'hydrogène sulfuré préalablement brûlé (acide sulfureux), dans des chambres de plomb, pour le faire servir à la fabrication de l'acide sulfurique.

Nous décomposons le chlorure d'antimoine clarifié, soit par filtration, soit par décantation, en y ajoutant de l'eau.

L'acide hydrochlorique provenant de cette décomposition et contenant de petites quantités d'antimoine, est employé à condenser de nouveau le gaz hydrochlorique, et l'excédant, à gélatiniser les os.

Nous préparons également le nouveau blanc d'antimoine, en reprenant par l'acide chlorhydrique, soit le produit brut du grillage du minerai à une douce chaleur, soit le produit de l'action de l'acide sulfurique sur le sulfure d'antimoine.

L'acide sulfureux provenant de ce traitement du minerai d'antimoine est employé, soit à la fabrication de l'acide sulfurique, soit à la préparation de l'acide sulfureux ou à celle des sulfites; en un mot à tous les usages auxquels on destine l'acide sulfureux.

Pour la préparation des blancs d'antimoine, poudre d'algaroth oxide par voie humide, oxide sublimé, il nous est indifférent que le sulfure d'antimoine soit ou non exempt de fer.

De la réduction du laiton par voie galvanique.

Par M. H. Jacobi.

Il y a déjà quelque temps que M. de Ruolz a communiqué à l'Académie des sciences de Paris, un procédé propre à déposer par voie galvanique une couche de bronze sur d'autres métaux (1). Ce procédé consiste ainsi qu'on peut s'en rappeler, à dissoudre du cyanure de cuivre et du bioxide d'étain, en proportions déterminées dans du cyanure de potassium, et à faire agir sur cette solution une batterie galvanique à courant constant. Comme ce procédé ne se prête pas facilement aux exigences de la pratique, surtout en ce que la liqueur quand elle est épuisée a besoin presque toujours d'être renouvelée en entier, j'ai fait usage depuis quelque temps du moyen suivant, pour préparer au lieu d'un alliage de cuivre et d'étain un alliage de cuivre et de zinc ou de laiton par la voie galvanique.

A cet effet je prends une solution assez concentrée de cyanure de potassium, un anode de cuivre et un cathode d'un autre métal, et je fais agir sur cette dissolution un courant produit par une batterie de Daniell, composée de deux couples au moins. Pendant que la liqueur se décompose, le cuivre se transforme peu à peu en cyanure, qui se dissout dans le cyanure de potassium. La liqueur renferme donc alors une certaine proportion de cuivre, et dès qu'elle est suffisamment riche, le cuivre commence à se déposer sur la surface du cathode sous l'état métallique. Aussitôt qu'on aperçoit les premières traces de cette réduction, on interrompt l'opération, et au lieu d'une plaque de cuivre on suspend dans la liqueur une plaque de zinc. Dans cet

(1) On peut consulter le mémoire de M. de Ruolz, dans *le Technologiste*, 4e année, p. 17.

F. M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

état il se réduit toujours du cuivre, mais ce métal qui perd peu à peu sa couleur rouge, passe à celle jaune du laiton.

Lorsqu'on a atteint pour le laiton déposé la couleur qu'on désire, on peut enlever l'anode de zinc et lui substituer un anode en laiton ordinaire. Le cathode qui a servi aux épreuves préliminaires, est de même enlevé et remplacé par l'objet qu'on se propose de recouvrir d'une couche de laiton.

Les liqueurs ou bains de laiton préparées ainsi qu'il est permis de le dire par voie purement galvanique, peuvent servir pendant un temps indéterminé, et il n'est besoin pour les maintenir en état que d'y ajouter de temps à autre un peu de cyanure de potassium.

Il est indifférent de prendre d'abord l'anode cuivre, puis ensuite l'anode zinc, ou de procéder d'une manière inverse. Je me suis même très-souvent servi d'un anode en laiton, mais ce n'est que rarement que j'ai obtenu ainsi la couleur désirée, il se réduit toujours un petit excès, soit de cuivre, soit de zinc.

Si l'objet est brillant et poli, la première couche de l'alliage présentera ces mêmes propriétés, ce n'est seulement que lorsque l'enduit prendra de l'épaisseur, qu'on obtiendra le mat qui est le caractère de la plupart des enduits galvaniques.

La préparation du bain ci-dessus marche d'autant plus rapidement, que la dissolution du cyanure de potassium est plus concentrée. Avec des dissolutions étendues, il faut, tant dans les commencements que lors des réductions subséquentes, faire usage d'une batterie plus forte, et qui compte jusqu'à quatre couples et même davantage.

On peut modifier à volonté la couleur du laiton, et obtenir une couche tout à fait semblable à un beau tomback, lorsqu'on se sert simultanément avec l'anode de laiton, d'un anode de cuivre, d'une surface plus ou moins étendue.

Le procédé que je viens de décrire n'était pas, au moins à ma connaissance, encore connu ; il peut être employé aussi avec avantage, pour recouvrir d'une couche de laiton du cuivre réduit par voie galvanique. Il facilitera les moyens de communiquer aux produits de la galvanoplastique un bronzage semblable à la patène antique, propriété que le cuivre n'acquiert, du moins d'après mes expériences, qu'avec une extrême difficulté. Mais il sera surtout avantageux quand il s'agira d'enduire de laiton des objets en fer, de luxe, ou d'application usuelle, ce qui ne s'était pratiqué jusqu'à présent que par une sorte de plaqué avec du laiton réduit en feuilles minces, et ce qui est très-long et dispendieux.

Tout le monde sait que les liqueurs electrolysées, qui renferment simultanément plusieurs sels oxigénés à bases métalliques, par exemple du sulfate de cuivre et du sulfate de zinc, ou bien du nitrate d'argent et du nitrate de cuivre, réduisent les métaux négatifs plus aisément que ceux positifs. Dans les dissolutions de sulfate de cuivre rendues fortement impures par du zinc ou du fer, le cuivre en employant une faible batterie est précipité presque jusqu'au dernier atome, sans qu'on puisse y accuser la moindre substance étrangère. En conséquence, il m'a paru indubitable que par le mélange des cyanures de divers métaux, il devait se produire un effet inverse, c'est-à-dire, par exemple, que le zinc, quoiqu'il fût le métal positif, devait se réduire plus aisément que le cuivre. Pour communiquer au laiton précipité une couleur rougeâtre, il m'a donc semblé qu'il fallait constamment la présence d'un grand excès de cuivre, et une action plus prolongée que dans le cas contraire. Mes recherches précises sur les diverses circonstances qui ont lieu dans ce cas, n'ayant point encore été entreprises, je me contenterai de cette remarque, qui aura peut-être quelque utilité dans les applications pratiques du procédé en question.

Depuis longtemps je me sers pour la réduction de l'or et de l'argent d'un procédé analogue, c'est-à-dire que je ne prépare pas de dissolutions chimiques d'or ou d'argent, mais que je les obtiens en me servant des anodes de ces métaux.

On peut obtenir des alliages semblables d'or et de cuivre par les mêmes procédés que ceux qui fournissent ceux de laiton, en se servant d'un cuivre anode dans une solution de cyanure d'or ou réciproquement d'un or anode dans une solution de cyanure de cuivre. En faisant usage simultanément de dissolution de cyanure d'or et de cyanure d'argent, on trouve néanmoins, ainsi que l'annonce très-fréquemment l'expérience, cette circonstance remarquable, savoir : que pour une très-faible proportion d'argent et un grand excès d'or, l'argent, quoiqu'il constitue le métal positif, est plus aisément réduit et communique à l'or, jusqu'à ce qu'il soit complétement épuisé, un ton pâle remarquable avec un reflet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verdâtre ; le zinc, comme on l'a vu ci-dessus, se comporte de la même manière.

Les objets nombreux en étain et en fer, que j'ai recouverts ainsi d'une couche épaisse en laiton, présentent des variétés de tons dans les couleurs qu'on leur a données, par la réduction qui démontre qu'il a des proportions variables dans les métaux qui constituent cet alliage.

Moyen perfectionné pour recouvrir d'une couche métallique les objets en verre.

Par M. Simson.

On a proposé jusqu'à présent deux procédés pour recouvrir de cuivre par voie galvanique les objets en verre.

Pour rendre possible par le galvanisme le dépôt de cuivre sur le verre ; il est nécessaire avant tout d'enduire la surface de celui-ci d'une couche de matière métallique et conductrice. Dans les deux procédés en question, l'on se sert pour cet objet de graphite pulvérisé finement, comme étant la substance qui fournit les meilleurs résultats. Mais le verre, à cause du poli de sa surface, ne retient pas cet enduit de graphite, il faut employer un moyen secondaire pour rendre celui-ci adhérent à cette surface, et c'est dans le choix de ce moyen qu'on n'a pas encore été heureux jusqu'à ce jour.

M. Mallet a proposé (voir à la p. 68) d'un côté, d'enduire les objets en verre dans les points où on veut les charger de métal d'une couche mince de baume de Canada et de térébenthine sur laquelle on répand ensuite le graphite en poudre ; d'un autre côté, M. Mallet recouvre le verre avec une solution très-concentrée de nitrate d'argent et de gomme, et fait sécher cet enduit sur la flamme d'une lampe : c'est sur ces enduits qu'on précipite le cuivre.

Ces deux procédés ont un grand défaut, c'est qu'il est à peu près impossible d'appliquer l'enduit en couche assez mince pour que sa destruction n'ait une grande influence sur l'adhérence solide du cuivre au verre. Cette destruction a lieu d'ailleurs sans aucun doute par la chaleur, quand on veut, par exemple, appliquer ces moyens aux tubes qu'on destine aux analyses organiques. M. Mallet l'a si bien compris, qu'il a prétendu que la destruction de cette couche intermédiaire ne pouvait, à cause de sa faible épaisseur, être préjudiciable, opinion qu'il est difficile de partager, quand on songe au coefficient considérable de dilatation qui appartient au cuivre.

Dans tous les cas, on remédie à cet inconvénient en bannissant le baume, la gomme ou le vernis qu'on propose d'interposer entre le verre et le cuivre, et en enduisant le verre d'une couche de graphite tellement mince, que le cuivre s'y dépose comme s'il n'y avait pas de corps intermédiaire ; c'est ce que j'obtiens par le moyen suivant.

Je fais agir sur le verre de la vapeur d'acide fluorhydrique jusqu'à ce que la surface de ce verre prenne un aspect mat et dépoli ; sur cette surface mate qu'on obtient en très-peu de temps, le graphite adhère d'une manière parfaite.

Pour charger le verre de ce graphite, je me sers d'une estompe ou bien d'un liége très-doux de la manière suivante. Je charge mon estompe ou mon linge avec ce graphite en poudre très-fine, et je frotte avec la portion noircie ainsi la surface du verre jusqu'à ce que l'enduit du graphite soit devenu parfaitement éclatant et que l'haleine qu'on projette dessus s'évapore promptement. De cette manière on obtient un enduit mince et bien homogène de graphite, sur lequel on ne doit observer en aucun point de particules libres et mobiles de ce corps ; c'est dans cet état que je soumets l'objet en verre à l'action d'un courant galvanique.

Les points ou endroits du verre qui ne doivent pas être chargés de cuivre, sont recouverts avant d'être soumis au courant avec de la cire ou un autre vernis.

Quoique la couche de cuivre, à cause de son contact presque direct avec le verre y adhère déjà fortement, cependant cette adhérence est encore augmentée par cette circonstance, que lorsqu'on soumet au courant galvanique, le verre se trouve attaqué et acquiert des rugosités et des inégalités non visibles à l'œil nu, sur lesquelles l'enduit se fixe avec plus de force que sur un corps uni et poli.

On comprend aisément qu'il est facile, de cette manière, de précipiter sur le verre d'autres métaux qui serviront à le décorer.

Je recommanderai dans tous les cas où il s'agira de métalliser des surfaces pour les soumettre à un appareil galvanique, de se servir d'une étompe ou d'un liége très-doux préparé à cet effet. Par ce moyen on parvient à métalliser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aisément les surfaces les plus historiées et les plus délicates.

Je me suis aussi servi avec succès de ces outils sur des pièces en relief très-fines, par exemple sur du plâtre, et j'ai également remarqué que sur ces pièces il faut, pour réussir, frotter le graphite ou autre substance métallisante jusqu'à ce qu'on ait obtenu une surface homogène, miroitante, métallique, sur laquelle la vapeur pulmonaire s'évapore et disparait avec promptitude.

Note sur quelques nouveaux procédés relatifs à la dorure et à l'argenture galvanique.

L'enlèvement de l'or sur un objet qui a été doré, ou la dédorure, ainsi qu'on pourrait appeler cette opération, s'est effectué depuis quelque temps d'une manière bien simple, en se servant de cet objet comme d'un électrode positif dans un appareil ordinaire; mais depuis qu'on a démontré, dit le docteur Philipp, que l'or se dissout aisément dans les solutions de cyanure de potassium, on n'a plus, pour dédorer, qu'à plonger les objets dans une dissolution de ce genre, et chauffer celle-ci; la dissolution de l'or cesse aussitôt que la solution commence à bouillir. L'avantage de ce mode pour dédorer les objets, se fait surtout sentir lorsqu'on s'aperçoit pendant qu'on dore qu'une pièce ne vient pas bien, alors il suffit seulement d'interrompre le courant, et peu de temps après on voit se redissoudre la couche d'or qui s'était déjà formée sur cette pièce.

Une solution directe de l'or dans le cyanure de potassium est très-propre à cause de la rapidité et de la facilité de sa préparation à la dorure au trempé. Une dorure au trempé est en général très-faible et consiste uniquement dans un échange entre la surface des objets à dorer et l'or dans sa solution. On a remarqué en particulier que l'argent ne saurait être doré par cette solution, à moins qu'on ne le mette en contact avec le zinc. La cause de ce phénomène prouve que l'argent n'est pas attaqué par la dissolution de cyanure de potassium.

Les objets en argent poli qui ont été dorés par voie galvanique peuvent, après qu'on en a dissous l'or dans une solution de cyanure de potassium chauffée, y rester plongés des journées entières sans que le poli en éprouve d'altération.

Au trempé, l'argenture se comporte aussi tout autrement que la dorure; la dorure exige qu'on porte la dissolution à l'ébullition, tandis que l'argenture s'opère déjà à une basse température. Les objets en cuivre, laiton, bronze s'argentent en les plongeant simplement dans une solution argentique; l'épaisseur et la durée de l'argenture sont en rapport direct avec la température: plus la solution est chaude, plus aussi l'argenture marche rapidement et plus aussi il est épais. L'argenture a lieu encore à la température de l'eau bouillante, ce qui n'est pas le cas pour la dorure au trempé.

Il ne faut pas compter sur une argenture très-épaisse à l'aide du trempé; en général, lorsqu'on arrive à une augmentation dans l'épaisseur de la couche d'argent, celle-ci n'adhère plus et s'écaille. Il résulte de ce qui vient d'être dit, qu'on ne peut pas désargenter par le même moyen facile dont on peut se servir pour dédorer.

De son côté, le docteur Elsner, qui a été un des premiers à signaler la dissolution de l'or dans le cyanure de potassium, et la facilité que cette dissolution présentait pour la dorure au trempé, a proposé aussi d'en faire une autre application. Il arrive souvent, dit-il, que dans l'opération de la dorure par voie galvanique, principalement lorsque le courant galvanique a proportionnellement trop d'énergie, que les objets passent au brun. Ce précipité brun n'est autre chose que de l'or métallique, et il est facile d'en débarrasser les pièces en les faisant chauffer, mais non pas jusqu'à l'ébullition dans une solution concentrée de cyanure de potassium, ce qui enlève la couche brune d'or qui s'est formée et découvre la surface des pièces qui peuvent être redorées de nouveau. Ce procédé, pour utiliser les pièces manquées et devenues brunes à la dorure galvanique a quelque mérite, attendu que l'or dissout n'est pas perdu, et qu'on peut l'appliquer de nouveau à la dorure; de plus, l'opération marche avec rapidité et uniformité, ce qui n'est pas toujours possible d'obtenir quand on veut rétablir les objets passés au brun à l'aide du tartre en poudre, etc.

M. F. Werner, directeur de l'école galvanoplastique de Saint-Pétersbourg, a aussi communiqué à M. le docteur Elsner la recette d'une réserve qui paraît devoir être très-utile dans son emploi à la température ordinaire. Les essais d'application qu'on a tenté de faire de cette réserve ont très-bien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réussi, mais il faut toutefois rappeler qu'elle n'est applicable que lorsqu'on travaille dans des dissolutions dont la température ne dépasse pas 20° à 30° C. Du reste, on sait qu'on ne peut guère obtenir des dorures épaisses que vers cette température, et même des températures plus basses encore. Toutes les fois que l'on opère à la température de l'ébullition des solutions on n'obtient que des dorures fort légères, et par conséquent cette réserve peut être employée pour les plus beaux travaux de ce genre et présente de plus cet avantage, qu'après la dorure il est très facile de l'enlever sur les parties qu'elle a recouvertes.

Pour préparer cette réserve, on opère ainsi qu'il suit :

On fait fondre de la cire, et on y projette en remuant du plâtre en poudre fine jusqu'à ce qu'on ait obtenu une masse plastique. C'est avec cette masse qu'on recouvre les points de l'objet, préalablement chauffé légèrement, qui ne doivent pas être dorés. Lorsque la matière a séché sur ces points, on procède à la dorure ou à l'argenture par les moyens ordinaires, et quand l'opération est terminée on enlève la réserve facilement à l'aide d'une légère chaleur.

Il est bon de remarquer, néanmoins, que cette réserve s'applique plus avantageusement aux gros objets qu'à ceux qui sont travaillés délicatement, mais M. le docteur Elsner a déjà indiqué, il y a plusieurs années, à divers fabricants qui s'étaient adressés à lui, une réserve pour les objets fins, et qui consiste en une bonne solution alcoolique de gomme laque colorée par de la suie ou de l'oxide de fer, réserve qui paraît avoir très-bien réussi.

Préparation d'un sel d'or non déliquescent pour la dorure galvanique.

Par le docteur Elsner.

On m'a consulté si souvent sur la question de savoir s'il n'y avait pas un procédé pour préparer comme combinaison sèche et pulvérulente le chloride d'or, qu'on sait être très-déliquescent, que je crois faire quelque chose d'agréable à la plupart des industriels qui s'occupent de dorure, en leur faisant connaître le moyen suivant :

On dissout six parties d'or (sous forme de feuilles qu'on coupe en morceaux), dans la quantité nécessaire d'acide chlorhydrique auquel on ajoute peu à peu de l'acide azotique, et chauffant dans une capsule de porcelaine. Il faut éviter d'employer une trop grande proportion d'acide pour cet objet, et il est facile du reste de régler la quantité qu'il convient d'employer.

Lorsque l'or est complétement dissous, on y ajoute dix parties de sel marin bien sec, et on évapore le tout à une douce chaleur jusqu'à siccité. On obtient ainsi une poudre jaune qu'on conserve soigneusement dans des vases de verre bien bouchés où elle se maintient bien sèche et sans déliquescence.

Comme on connaît la proportion d'or qui entre dans une quantité donnée de ce sel, on peut en faire très-bien usage dans la dorure galvanique; il suffit pour cela de le dissoudre dans l'eau et de le décomposer de la manière connue par le cyanure de potassium.

Quand on s'est servi d'or monnayé, d'un ducat par exemple, la solution renferme toujours un peu de cuivre; cet alliage donne à l'or un fond rougeâtre qu'on connaît et ne nuit en aucune autre façon ; mais si l'on veut avoir une solution parfaitement exempte de cuivre, il faut dans sa préparation, n'employer que de l'or chimiquement pur, et qu'on obtient, comme on sait, en le précipitant d'une dissolution par le sulfate de fer.

Pour les applications techniques, le sel préparé comme il vient d'être dit est parfaitement suffisant ; on peut toutefois l'obtenir de la solution et par évaporation en cristaux allongés, qui sont des prismes à quatre pans jaune orangé ; ces cristaux ne sont pas non plus déliquescents, et consistent en une combinaison chimique de chlorure d'or et de chlorure de sodium dont la composition sur 100 parties est 14.68 chlorure de sodium, 76.32 chlorure d'or et 909 eau. Ce composé est connu de tout le monde sous le nom de sel d'or de Figuier.

Note sur un procédé de nettoyage applicable aux toiles métalliques faisant partie de la lampe de Davy.

(*Extrait du Bulletin du musée de l'industrie, année 1844, première livraison.*)

Chacun sait que dans les exploitations de houille à *grisou*, la toile métallique qui entoure la flamme des lampes, s'encrasse fortement par l'interposition entre ses mailles d'un mélange d'huile, de suie et de poussière de charbon.

Cette obstruction des mailles ayant pour conséquence une diminution no-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

table dans l'intensité de la lumière, l'on est obligé de nettoyer fréquemment les toiles en question. A cet effet on les expose à l'action du feu, qui décompose l'huile et la houille, et ne laisse entre les mailles qu'une poussière qui s'enlève très-facilement avec une brosse sèche. Malheureusement il est impossible dans la pratique de chauffer les toiles métalliques au point nécessaire à la décomposition de l'huile et de la houille, sans les mettre en contact avec l'air, or celui-ci en déterminant l'oxidation superficielle du fer, diminue l'épaisseur des fils, et par conséquent la solidité des toiles.

De plus, lorsque la houille exploitée est sulfureuse (ce qui arrive souvent) le soufre dont l'influence sur le fer est si éminemment destructive, rend toujours les fils de la toile plus cassants. Il en résulte que l'enveloppe préservative devenue plus mince et moins tenace est beaucoup plus exposée à se rompre par l'action d'un choc ou simplement par celle de la flamme de la lampe ; de là, une chance de plus pour la production des accidents déjà si nombreux dans les mines.

J'ai songé à employer au nettoyage des toiles une méthode simple et facile qui n'offrit pas les inconvénients que je viens de signaler; la voici : on prend une certaine quantité de carbonate de soude brut du commerce dont le prix est très-faible, on la met dans un vase de fonte et on la fait dissoudre dans l'eau ; cette solution est ensuite additionnée à la quantité de chaux vive nécessaire pour enlever au carbonate de soude l'acide carbonique qu'il contient. Cette quantité de chaux se calcule aisément au moyen d'une table de formules chimiques.

Par une ébullition suffisante, la réaction est complète; l'acide carbonique s'unit à la chaux pour former un carbonate insoluble, et la soude devient caustique. On n'a plus qu'à filtrer pour séparer le carbonate de chaux. C'est dans cette solution de soude caustique, plus ou moins étendue suivant les circonstances, que l'on plonge les toiles métalliques encrassées. Un court séjour, (quelques minutes) dans ce liquide bouillant, suffit pour transformer en savon l'huile qui encrasse les toiles, et pour enlever en les dissolvant en partie, la houille et le noir de fumée. Lorsque les mailles de la toile sont libres, on frotte celle-ci avec une brosse conique très-rude, qui pénètre dans l'enveloppe métallique et un lavage à l'eau claire enlève ensuite toutes les substances qui pourraient y rester adhérentes. Cela fait, on essuie la toile métallique en dedans et en dehors, au moyen d'un tampon formé par une éponge enroulée sur un bâton, et afin d'empêcher la formation de la rouille sur la toile, on expose celle-ci à la chaleur rayonnante d'un feu de coke ou de braise qui la sèche complétement.

La méthode de nettoyage que je viens d'indiquer est très-simple, comme on le voit, et repose sur une réaction extrêmement connue, mais en industrie il n'est pas de petits profits, et j'ai cru bien faire en conseillant de substituer mon procédé à celui qui est journellement suivi.

Dans l'exposé des avantages présentés par la lampe de l'ingénieur Mueseler, M. Devaux, ingénieur en chef des mines, reconnut que le nettoyage par le feu diminue de 3/4 la durée des toiles métalliques. Or si la pratique confirme les bons résultats de ma méthode, j'aurai réalisé une économie qui n'est pas à dédaigner dans les exploitations.

J'espère que cette note sera prise en considération par MM. les agents de l'administration des mines dont la pratique éclairée aura bientôt reconnu les avantages plus ou moins grands que présente ma méthode, très-simple, sans doute, mais qui n'a pas encore été conseillée, du moins que je sache.

Procédé anglais de peinture et de vernissage pour les équipages et les voitures.

Par M. Blaha.

Il est à peu près démontré que la peinture et le vernissage des voitures s'exécutent d'une manière plus parfaite et plus durable en Angleterre qu'on ne le fait en France, en Belgique et en Allemagne, quoique les matériaux qu'on y emploie, savoir le vernis au succin et au copal soient absolument les mêmes dans ces divers pays, mais les Anglais apportent peut-être plus de soin à la préparation du vernis, et à toutes les opérations qui sont nécessaires au vernissage.

D'abord ils poncent avec le plus grand soin les panneaux de la caisse, avant de poser la couleur de fond ou apprêt, et opèrent ainsi qu'il suit. On commence par pulvériser très-finement de la pierre ponce, on la passe à travers un tamis de crin, puis on la dépose dans un vase bien sec. Alors on prend une pierre ponce, on y pratique une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

face plane bien dressée, puis on plonge dans la ponce en poudre, et on frotte à sec les panneaux. Ce ponçage s'opère toujours en travers du bois, pour que les panneaux présentent tous une uniformité parfaite. Après qu'il est terminé, on prend un pinceau ou une brosse un peu rude, on nettoye avec soin les panneaux; on les frotte à plusieurs reprises avec un linge très-propre, et on procède au rebouchage.

Rebouchage. Toutes les fentes, crevasses, cavités, doivent avant la pose des apprêts être rebouchées avec soin. Pour cela on se sert d'un mastic composé avec du blanc de céruse, du minium, de la terre d'ombre et un peu de blanc d'argent qu'on broie avec du vernis à l'huile de lin très-épais, enfin on ajoute à la masse du vernis au karabé, mais en petite quantité. On se sert d'une spatule en bois pour reboucher avec ce matic les crevasses et les cavités, et lorsque ce rebouchage est bien sec, on prend une pierre ponce qu'on plonge dans l'eau, et on en frotte les endroits rebouchés pour les polir et les unir sur le panneau. Ce rebouchage doit être répété, s'il n'a pas été complet dès la première fois, jusqu'à ce que tout le panneau présente une surface parfaitement lisse et uniforme.

Impression à l'huile. Arrivé à ce point, on prend parties égales d'huile de lin et de vernis qu'on agite ensemble dans un pot, on porte le mélange à la chaleur de l'ébullition, et on imprime les panneaux. Lorsque cette première impression est bien embue, on procède à une seconde, puis on laisse bien sécher les panneaux avant d'y appliquer les apprêts.

Apprêts. Les apprêts ou couleurs de fond, se préparent et s'appliquent ainsi qu'il suit. On prend 1.5 kilog. de céruse anglaise, 60 grammes de minium, 15 gram. de blanc d'argent et 30 gram. de terre d'ombre brûlée qu'on broie avec soin ensemble à l'aide de l'essence de térébenthine. Ce mélange qui a besoin d'être broyé très-fin, est déposé quand il est fait dans un vase où on le délaye pour le charger sur les panneaux avec du vernis gras au succin. Cet apprêt ne doit pas être posé trop épais, et il vaut mieux répéter à plusieurs reprises les chargements. De plus, il doit rester mat ou du moins son éclat ne doit pas être bien sensible; il faut en conséquence avant de procéder à un second chargement, s'assurer si en séchant il n'est pas devenu brillant, et dans ce cas ajouter un peu d'essence de térébenthine à la couleur qu'on a préparée pour le nouveau chargement. Toute couche doit être sèche et solide avant d'en appliquer une nouvelle.

Ponçage de l'apprêt. On prend pour cet objet deux morceaux de pierre ponce, qu'on frotte à l'eau l'un sur l'autre jusqu'à ce qu'ils soient parfaitement unis, et on se sert de l'un de ces morceaux pour le ponçage, en ayant soin de le plonger fréquemment dans l'eau. Ce ponçage ne doit pas être fait en long, soit dans le sens longitudinal, soit dans le sens transversal, mais toujours par mouvement circulaire, pour qu'il n'y ait pas le plus petit point qui puisse y échapper. Pendant qu'on ponce, une partie de l'apprêt qu'on travaille s'attache à la pierre, et il est nécessaire d'en détacher ces impuretés ainsi adhérentes, parce qu'elles nuiraient beaucoup au travail. Dans ce but on prend l'autre pierre ponce qu'on a mise à part, on la plonge avec celle dont on sert dans l'eau, et on les frotte de nouveau l'une sur l'autre, jusqu'à ce que la face lisse de la seconde soit redevenue nette et propre à être employée de nouveau. Si on néglige cette précaution, on ne peut éviter qu'il y ait des égratignures ou des sillons provenant du ponçage en apprêt. Pour enlever sur les panneaux ces ordures ou portions qui se sont détachées, on se sert d'une grosse éponge humide et on sèche avec un linge fin. Si on ne nettoyait pas aussi fréquemment les surfaces, on ne pourrait apercevoir les endroits où il est nécessaire de poncer plus ou moins, et d'ailleurs, en négligeant ce soin, on s'expose à enlever plus d'apprêt que cela n'est nécessaire. Lorsque tout s'est passé convenablement, c'est-à-dire que la surface est si bien poncée quelle ne présente plus au toucher la moindre inégalité ou rudesse, alors l'apprêt est terminé et on peut procéder à une autre opération.

Peinture. La peinture dont on décore la caisse des voitures peut avoir une couleur quelconque, le procédé est le même que pour le chargement de l'apprêt. Les couleurs sont broyées de la même manière, délayées et chargées comme pour celui-ci, seulement le ponçage se fait autrement, et on a soin quand on fait choix d'une couleur claire et transparente, de ne pas y employer pour l'étendre un vernis au succin qui soit brun, mais au contraire un vernis parfaitement translucide et limpide.

Premier ponçage de la peinture. Quand on a chargé convenablement et proprement en couleur, il faut faire sécher parfaitement avant de poncer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour ce ponçage on triture finement de la pierre ponce, on passe à travers un tamis de crin bien fin et on reçoit dans un vase sec. Cela fait, on roule un morceau de feutre bien foulé qu'on assujettit fermement avec une corde, afin qu'il ne puisse se dérouler pendant l'opération, on plonge ce rouleau de feutre dans l'eau, puis dans la ponce tamisée et on le frotte sur la peinture. Ce ponçage doit de même se faire circulairement comme celui de l'apprêt, on enlève aussi de même les parties qui sont détachées par la ponce avec une éponge mouillée, et on essuie de même avec un linge fin, afin de voir où il est nécessaire de répéter l'opération. Le point principal dans ce ponçage, c'est d'employer l'eau en abondance. Quand la peinture est amenée à ne plus présenter la plus légère inégalité au toucher, on procède au deuxième ponçage.

Deuxième ponçage de la peinture. On se sert de pierre ponce, qu'on pose sur des charbons et qu'on fait chauffer fortement; dans cet état on la broie à l'eau sur le porphyre jusqu'à ce quelle ait atteint un très-haut degré de finesse, puis on en fait de petits trochisques qu'on fait sécher et qu'on broie de nouveau. Alors on prend un morceau de bon feutre, qui ne doit plus être roulé comme le premier, mais qu'on laisse tel qu'il est pour en frotter à plat les panneaux. Ce feutre est d'abord humecté avec de l'eau, puis plongé dans la poudre de ponce et passé sur la peinture. Ce ponçage ne se donne plus circulairement, mais comme on veut et suivant le mode auquel on est le plus habitué. Il est aussi inutile d'enlever de temps à autre les portions détachées avec une éponge humide, et on peut poursuivre sans interruption jusqu'au moment où on présume que le travail est terminé; c'est alors seulement qu'on passe l'éponge mouillée sur la peinture poncée et qu'on sèche avec un linge. Lorsque la peinture poncée se présente comme une glace, et qu'on n'y aperçoit plus ni écorchures, ni sillons ou inégalités, alors on peut procéder au douci ou troisième ponçage.

Douci ou troisième ponçage de la peinture. On prend pour cette opération de la corne de cerf blanche et préparée, on en enduit un morceau de feutre mouillé et on en frotte toute la peinture de la même manière que dans le deuxième ponçage. Après ce douci, il faut laver avec de l'eau pure en frottant avec une éponge, puis sécher avec un linge bien fin et bien blanc. On veille à ce que quelques parties détachées ne puissent demeurer dans les angles et sur les bords, attendu qu'elles pourraient être ramenées vers le milieu des panneaux lors du vernissage, et par conséquent détériorer et perdre un travail presque terminé. Enfin, on donne un dernier poli à l'ouvrage douci avec un morceau de peau de cerf ou de chamois, à sec et avec toute la légèreté possible. En cet état, la peinture doit présenter une surface polie comme un miroir, propriété qu'elle doit nécessairement posséder avant le vernissage, car si par ces diverses opérations elle n'avait pas acquis le plus haut degré de poli, il serait impossible d'arriver à ce qu'elle ait après le vernissage le beau glacé qu'on doit rechercher.

Pour vernir de la manière la plus convenable, il faut distinguer si le vernis doit être brun et un peu opaque, ou bien translucide. Si la peinture a une couleur foncée, on peut prendre aussi des vernis bruns et non translucides, tandis que si la peinture a un ton clair et lumineux, il ne faut employer que des vernis limpides et bien translucides, qui n'ont pas besoin non plus d'avoir autant de consistance que le vernis pour peinture foncée, mais doivent être appliqués à plusieurs reprises.

Application du vernis. Dans cette application du vernis, on aura égard aux conditions suivantes :

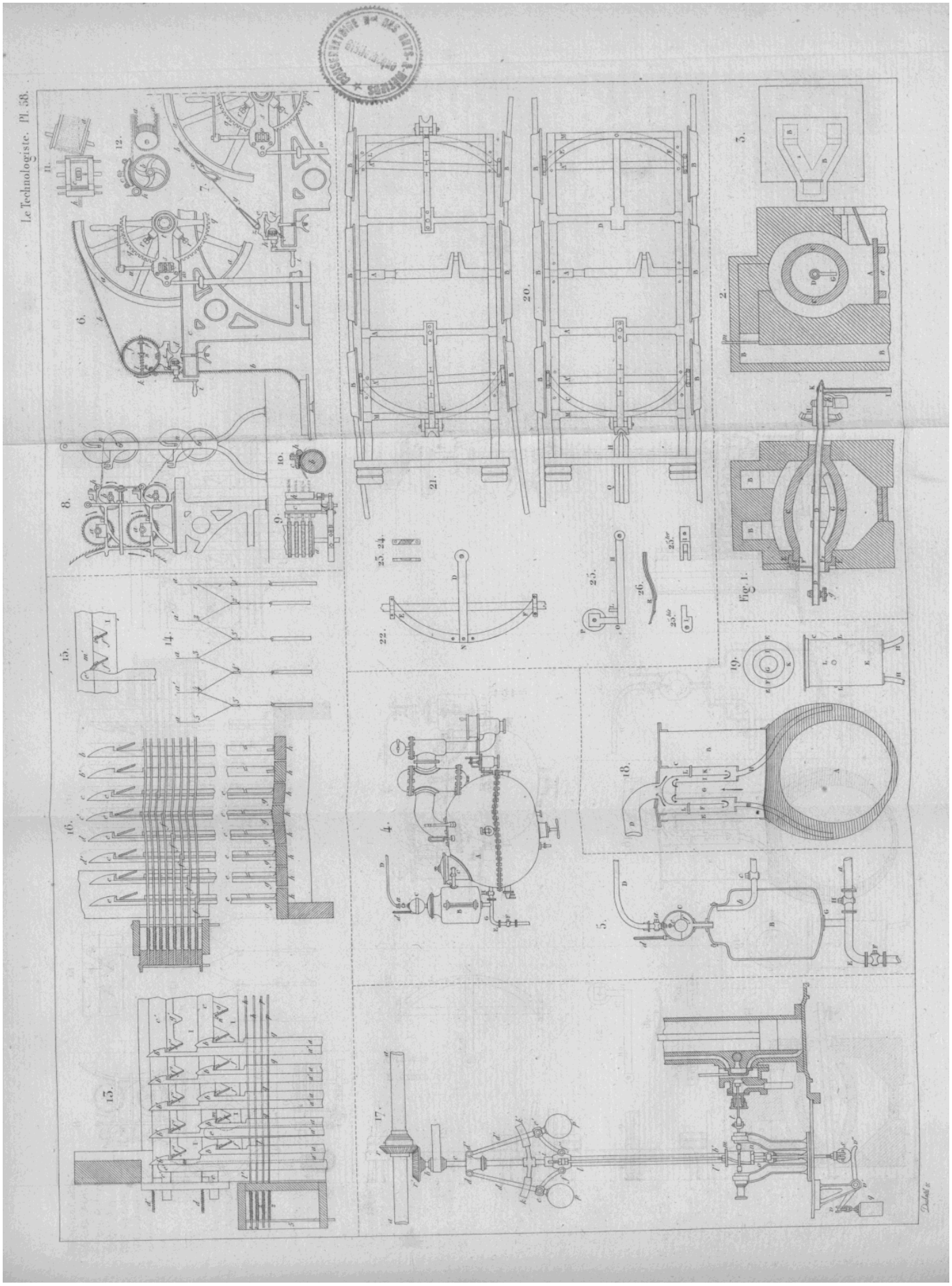
1 Il faut employer un très-bon pinceau de poil de loutre et observer que tous ses coups soient donnés bien perpendiculairement et aient tous une même intensité. Par ce moyen le vernis s'étend uniformément, c'est-à-dire qu'il s'applique avec une égalité parfaite qui diminue le travail du polissage et le rend bien moins long que lorsque le vernis n'est pas appliqué également ou l'est à traits croisés.

2° Le vernis s'applique à froid, et jamais il ne faut en poser une seconde couche que la première ne soit parfaitement sèche et dure.

3° L'application doit s'opérer dans un lieu clos, afin que ce vernis, tant qu'il n'est pas sec ne puisse être souillé par la poussière ou par d'autres impuretés, mais dès qu'il ne colle plus sous le doigt, il faut mettre la caisse ou le panneau à l'air libre et même au soleil.

4° La caisse, exposée ainsi au soleil, a besoin d'être tournée fréquemment pour que la chaleur du soleil qui agirait trop longtemps sur l'un des côtés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne brûle pas le vernis et n'y produise pas des soufflures.

5° Le vernis doit être contenu dans un pot à large ouverture pour que le pinceau entre et sorte librement. On prend peu de vernis à la fois, on retire le pinceau, on le tourne sur son axe, on l'essuie légèrement sur les bords du pot pour qu'il ne laisse échapper aucune goutte.

6° Il faut ou préparer soi-même le vernis, ou se le procurer dans des maisons où l'on est certain qu'il a été fabriqué avec soin et propreté et qu'il renferme tous les ingrédients de bonne qualité qui sont nécessaires.

Le chargement en vernis est-il suffisant et bien sec, on peut procéder au polissage.

Polissage du vernis. Pour polir le vernis on prend un morceau de feutre bien net, qui ne renferme ni pierre, ni poussière, de ponce ou paillettes de fer qui nuiraient considérablement à l'ouvrage. Ce morceau de feutre est d'abord imbibé sur l'une de ses faces avec de l'huile d'olive, puis plongé dans de la corne de cerf préparée et blanche ; ainsi chargé, on le frotte sur le vernis jusqu'à ce que celui-ci devienne parfaitement luisant et poli comme une glace ; après ce polissage on nettoie les débris avec un linge parfaitement propre et doux, ou un tissu de soie et un peu d'amidon en poudre fine. C'est à l'aide de ee dernier polissage que le vernissage acquiert enfin son plus grand éclat et son plus haut degré de beauté.

Falsification de la cire par l'acide stéarique.

M. C. Regnard.

La fabrication de l'acide stéarique ayant pris en France un accroissement considérable, le prix de cette substance ayant en même temps beaucoup diminué, il en est résulté qu'un grand nombre de fabricants de cire ont imaginé de falsifier ce dernier produit par le premier.

Les propriétés physiques de l'acide stéarique, assez semblables à celles de la cire, ont fait supposer qu'il n'y aurait pas là grand inconvénient ; le fait est peut-être vrai, quand la cire est destinée à certains usages domestiques, mais en est-il de même quand elle doit être employée par le pharmacien ? non sans doute. D'ailleurs, tout le monde attache de l'intérêt à ne pas être trompé sur la qualité des denrées, et c'est pour cela que j'ai cru devoir publier les résultats de quelques expériences entreprises pour reconnaître la falsification en question.

Toutes mes expériences ont été faites comparativement sur de la cire dont nous pouvions garantir la pureté et sur cette même cire mélangée d'une petite quantité d'acide stéarique.

Nous ne relaterons pas ici les essais qui n'ont amené aucun résultat satisfaisant, nous aimons mieux citer de suite ceux que nous croyons pouvoir conseiller à ceux qui voudront bien nous lire.

Si, après avoir fait bouillir dans l'eau distillée une petite quantité de cire mêlée d'acide stéarique, on laisse refroidir, la cire mêlée d'acide se prend en masse et vient nager à la surface du liquide ; celui-ci jouit alors de la propriété de rougir le papier de tournesol. La cire pure ne donne pas le même résultat.

Nous citons ce fait sans y attacher une grande importance, car nous croyons savoir que dans certains pays l'acide sulfurique est employé au blanchiment des cires, et avec de pareilles cires on pourrait être singulièrement induit en erreur si l'on employait le moyen que je viens d'indiquer.

Le meilleur réactif pour reconnaître la présence de l'acide stéarique dans la cire est l'eau de chaux : on opère de la manière suivante.

On prend un petit ballon en verre dont le col porte un bouchon en liége fermant bien et surmonté d'un tube effilé à la partie supérieure ; on met dans le ballon l'eau de chaux et la matière à examiner après l'avoir préalablement partagée en lanières aussi minces que possible ; on chauffe rapidement.

Si la cire est pure, l'eau de chaux reste transparente ; dans le cas contraire elle perd bientôt et sa transparence et sa propriété de ramener au bleu le papier de tournesol rougi ; il se forme un louche très-sensible et un dépôt de matière blanche qui est du stéarate de chaux insoluble.

Pour plus de certitude, on peut encore recueillir ce sel et le reconnaître aux propriétés qui le caractérisent.

Nous pourrons encore indiquer un réactif, c'est l'ammoniaque liquide.

Si l'on broie dans un mortier de la cire avec de l'ammoniaque, ce liquide se trouble, et si la cire contient de l'acide stéarique il a dû se former du stéarate d'ammoniaque ; mais comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le sel est insoluble, il arrive qu'en agissant sur les liqueurs étendues le louche ne parait pas ; aussi accordons-nous la préférence à l'eau de chaux.

Formule de bromure d'iode communiquée par M. Claudet.

Par E. DE VALICOURT.

	centil.
Eau distillée saturée de brôme (1). .	5
Alcool absolu saturé d'iode.	1
Eau de rivière filtrée.	30

On verse d'abord l'eau bromée saturée dans un flacon d'une contenance de 50 à 60 centilitres ; on y mêle ensuite la solution alcoolique d'iode, on secoue vivement le flacon pour faciliter le mélange ; enfin on ajoute l'eau filtrée, et le bromure d'iode qui en résulte peut être employé immédiatement.

Manière de s'en servir.

La plaque étant iodée jaune clair, on verse le brômure d'iode dans la cuvette à une épaisseur d'un centimètre environ. On laisse reposer une ou deux minutes, pour éviter que les petillements du bromure n'occasionnent des taches en rejaillissant sur la plaque. Ce temps écoulé, on expose la plaque au-dessus du bromure, jusqu'à ce qu'elle ait pris une teinte *rose violâtre foncé*, sans néanmoins atteindre la couleur *violette* ou *bleue*. Cet effet doit être obtenu en 2 à 5 minutes, suivant la température de la saison et de l'endroit où l'on opère.

La plaque ainsi préparée, est douée d'une sensibilité à peu près égale à celle que donne l'eau bromée.

Si, après avoir pris une belle teinte uniforme, dans le temps indiqué, la plaque donnait une épreuve noire et mal venue, quoique l'exposition à la chambre obscure ait été prolongée proportionnellement à l'intensité de la lumière, ce serait une preuve que l'iode domine dans le composé, et l'on y remédierait soit en iodant moins fort, soit en poussant la teinte donnée à la plaque par le bromure, jusqu'au violet foncé et même jusqu'au bleu.

Si au contraire, au lieu de prendre une teinte homogène, la plaque se couvrait de nuages, de taches ou de rayures, inégales, jaunes, roses et violettes, accompagnée de petits points blancs, on peut être assuré que le bromure d'iode contient un grand excès de brôme. Il en est de même si la plaque, quoique se colorant également, n'arrive à la teinte rose qu'au bout de 6 à 10 minutes d'exposition au-dessus de la cuvette ; car l'excès de brôme a aussi pour effet de ralentir l'activité du bromure. Lorsqu'un de ces cas se présente, il faudra, à une épreuve suivante, ioder la plaque plus fortement, par exemple, jusqu'au jaune d'or et même jusqu'au rose plus ou moins foncé.

Enfin, si la plaque mettait trop de temps à prendre la teinte voulue, on renforcerait la liqueur en y ajoutant un peu d'eau bromée, et saturée de solution alcoolique d'iode, *combinées ensemble dans les proportions indiquées plus haut*. Si, au contraire, la couleur venait trop vite, il suffirait d'ajouter au bromure un peu d'eau filtrée, jusqu'à ce qu'on l'ait amené au degré voulu.

On remarquera que ces modifications n'apportent aucun changement à la combinaison *relative et proportionnelle* du brôme et de l'iode, qui reste toujours la même quel que soit le volume d'eau dont elle est étendue.

On doit bien se garder de retoucher le bromure d'iode, une fois préparé, en y ajoutant *isolément* soit du brôme, soit de l'iode par voie de tâtonnement, parce qu'on le mettrait alors dans des conditions inconnues, et qu'il serait impossible de reproduire identiques, lors d'une nouvelle préparation.

Ces détails paraîtront peut-être minutieux, mais nous avons dû prévoir tous les cas qui peuvent se présenter, et signaler les causes d'erreurs malheureusement trop fréquentes en photographie.

Au reste, si le bromure d'iode a été préparé avec tout le soin que nous avons recommandé, si les solutions de brôme et d'iode ont été convenablement saturées et les doses exactement mesurées, on peut être assuré de réus-

(1) On sait que pour obtenir une solution saturée de brôme, il est nécessaire que l'eau distillée soit demeurée en contact au moins pendant 24 heures avec un grand excès de brôme.

Il en est de même pour la solution alcoolique d'iode.

Ces solutions une fois obtenues degré au de saturation convenable, on se gardera bien d'agiter les flacons qui les renferment au moment de composer le bromure d'iode ; car si l'on négligeait cette précaution, les particules de brôme ou d'iode, tenues momentanément en suspension dans un liquide agité, changeraient notablement les conditions de saturation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sir du premier coup, et les imperfections que ce composé pourrait présenter, seront toujours assez légères pour être facilement corrigées en augmentant ou en diminuant l'intensité de l'iodage préalable, suivant que le bromure accusera un excès de brôme ou d'iode.

Si l'on nous demande maintenant quels sont les avantages du bromure d'iode, nous dirons qu'après avoir été longtemps prévenu contre ce composé, qu'après l'avoir même abandonné, de nouvelles expériences nous ont convaincu qu'il peut prendre rang à côté de l'eau bromée. En effet le bromure d'iode donne aux épreuves photographiques des teintes au moins égales à celles de l'eau bromée, et les admirables résultats obtenus par M. Claudet ne laissent aucun doute à cet égard.

Toutefois, à côté de ces avantages, il existe plusieurs inconvénients, et nous ne les dissimulerons pas. Le bromure d'iode, quelque soin que l'on ait apporté à sa préparation, est un composé peu stable; et au bout de 10 à 15 jours, il commence à perdre progressivement ses qualités. Lorsqu'on s'apercevra que ses effets se modifient, il faudra diminuer progressivement l'intensité de l'iodage préalable; et alors si on n'obtient pas de bonnes épreuves, il vaudra encore mieux en préparer à neuf une nouvelle dose, plutôt que d'essayer de le remettre dans son état primitif, en y ajoutant de l'eau bromée, suivant le conseil de M. Gaudin; ce serait s'exposer à de longs et presque toujours inutiles tâtonnements. Car, dans notre opinion, le bromure d'iode ne se détériore pas seulement par déperdition de brôme, mais aussi par une perturbation générale survenue dans son ensemble, et par une nouvelle combinaison chimique des éléments qui le constituent. L'alcool qui entre dans ce composé, nous paraît de nature à y déterminer, au bout de quelque temps, la formation des acides bromhydrique et hydriodique, causes probables de la décomposition du bromure.

Un autre inconvénient résulte de la lenteur du bromure d'iode. Il faut en effet 3 à 5 minutes pour qu'une plaque soit bromée convenablement par ce procédé. Or, pendant ces espaces de temps, les circonstances atmosphériques ont pu se modifier d'une manière notable, et il faut une bien grande habitude pour apprécier exactement les variations de la lumière et pour en tenir un compte juste, lors de l'exposition à la chambre obscure. Lorsqu'au contraire les épreuves se succèdent rapidement, il est plus facile de corriger, dans une nouvelle expérience, les erreurs qu'on a pu remarquer lors de l'expérience qui a précédé.

Malgré ces désavantages, le bromure d'iode est encore employé exclusivement par des personnes habiles à faire de belles épreuves; il suffira de citer M. Claudet.

Nouvel appareil photographique.

Dans une des dernières séances de l'Académie des sciences, M. Lecchi a soumis à son jugement un appareil photographique qui diffère principalement de ceux qu'on emploie ordinairement en ce que, dans sa chambre obscure, l'image est produite au moyen d'un miroir périscopique en verre étamé. M. Lecchi assure que, pour avoir une épreuve nette, il faut que la plaque sensible ne soit pas placée tout à fait au foyer. Afin d'éviter les tâtonnements à cet égard, il a adapté à la chambre noire un petit mécanisme au moyen duquel la distance de l'objet à représenter étant connue, on règle les positions respectives de la plaque et du miroir en faisant mouvoir une aiguille sur une sorte de cadran où sont marquées les distances en usage pour le portrait.

Sur le foyer photogénique des objectifs.

Par M. Claudet.

Il est reconnu par toutes les personnes de bonne foi qui s'occupent de daguerréotype, que l'opération manque plus souvent qu'elle ne réussit; de sorte que c'est pour ainsi dire par un effet du hasard que l'on obtient une épreuve favorable. Le polissage des plaques et la préparation de la couche sensible paraissent les deux opérations les plus difficiles, et ont absorbé tous les soins et toute l'attention des opérateurs. Il en est très-peu qui se soient occupés de la partie optique, et ceux-là mêmes, lorsqu'ils se sont procuré des objectifs dans lesquels les aberrations de sphéricité et de réfrangibilité se trouvent corrigées avec la plus grande précision possible, ne supposent pas que pour assurer le succès de l'opération dans la chambre obscure, il reste d'autres soins à prendre que celui de mettre exactement la plaque sensible au foyer qui donne sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le verre dépoli une image bien définie. Si malgré toutes ces précautions on n'arrive point à un résultat satisfaisant, on attribue constamment le défaut de netteté à quelque dérangement survenu dans l'appareil pendant la substitution d'une plaque à l'autre.

Ces dérangements, je les ai d'abord considérés comme une des principales causes d'insuccès, et je me suis attaché en conséquence à trouver un moyen de les prévenir. J'ai réussi complétement à cet égard; de sorte qu'après avoir substitué à plusieurs reprises une plaque à l'autre, l'image formée sur le verre dépoli était dans le dernier essai tout aussi nette que dans le premier. Ce progrès, dans le procédé opératoire, a exercé sur le résultat définitif une influence marquée, mais tout à fait inattendue et contraire a celle qu'on espérait. Les images formées sur les plaques sensibles ont été *constamment mal définies*. J'ai essayé alors, sans succès, diverses combinaisons de lentilles; mais on ne parvient à éviter la confusion que par l'emploi d'un diaphragme à ouverture très étroite. Après beaucoup de tentatives infructueuses, j'en suis venu à soupçonner que le foyer d'action photogénique pouvait bien ne pas coïncider avec le rayon visuel formé par les rayons lumineux. Des expériences entreprises dans le but de vérifier cette conjecture prouvèrent non seulement qu'elle était parfaitement fondée, mais ont conduit en outre à reconnaître :

1° Que la différence ou l'éloignement de ces deux foyers varie suivant la combinaison achromatique des verres formant les objectifs, et suivant leur pouvoir de dispersion;

2° Que dans la plupart des objectifs achromatiques le foyer d'action photographique est plus long que le foyer visuel;

3° Que dans les objectifs non achromatiques, soit en crown, soit en flint-glass, le foyer d'action est plus court que le foyer visuel;

4° Que l'éloignement de ces deux foyers varie suivant la distance des objets;

5° Enfin qu'il varie suivant l'intensité de la lumière.

En tenant compte de ces diverses circonstances, je suis parvenu à déterminer d'avance, pour un objectif donné et pour chaque distance des objets, le foyer d'action photogénique avec une certitude qui permet d'obtenir constamment de belles épreuves.

Sur un nouveau moyen de préparer la couche sensible des plaques destinées à recevoir les images photographiques.

Par M. Daguerre.

J'étais arrivé, par une suite d'expériences, à reconnaître d'une manière certaine que, dans l'état actuel de mon procédé, la couche sensible à la lumière étant trop mince, elle ne pouvait fournir toute la dégradation de teintes nécessaire pour reproduire la nature avec relief et fermeté; en effet, quoique les épreuves obtenues jusqu'à ce jour ne manquent pas de pureté, elles laissent, à quelques exceptions près, beaucoup à désirer sous le rapport de l'effet général et du modelé (1).

C'est en superposant sur la plaque plusieurs métaux, en les y réduisant en poussière par le frottement et en acidulant les espaces vides que laissent leurs molécules que je suis parvenu à développer des actions galvaniques qui permettent l'emploi d'une couche d'iodure beaucoup plus épaisse sans avoir à redouter, pendant l'opération de la lumière dans la chambre noire, l'influence de l'iode devenu libre.

La nouvelle combinaison que j'emploie, et qui se compose de plusieurs iodures métalliques, a l'avantage de donner une couche sensible qui se laisse impressionner simultanément par toutes les valeurs de ton, et j'obtiens ainsi dans un très-court espace de temps la représentation d'objets vivement éclairés avec des demi-teintes qui conservent toutes, comme dans la nature, leur transparence et leur valeur relative.

En ajoutant l'or aux métaux dont je me servais d'abord, je suis parvenu à aplanir la grande difficulté que présentait l'usage du brôme comme substance accélératrice. On sait que les personnes très-exercées pouvaient seules employer le brôme avec succès, et qu'elles n'arrivaient à obtenir le maximum de sensibilité que par hasard, puisque ce point est impossible à déterminer très-précisément, et qu'immédiatement au delà le brôme attaque l'argent et s'oppose à la formation de l'image (2).

(1) Sur la plaque décapée au moyen de la couche d'eau, comme je l'ai indiqué, on obtient très-rapidement des épreuves d'une grande finesse, mais qui manquent aussi de modelé, à cause du peu d'épaisseur de la couche sensible.

(2) Tout le monde sait que la vapeur sèche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec mon nouveau moyen, la couche d'iodure est toujours saturée de brôme, puisqu'on peut laisser sans inconvénient la plaque exposée à la vapeur de cette substance, la moitié au moins du temps nécessaire ; car l'application de la couche d'or s'oppose à la formation de ce qu'on appelle *voile de brôme*. Il ne faut cependant pas abuser de cette facilité, car la couche d'or étant très-mince, pourrait être attaquée, surtout si on l'avait trop usée par le polissage (1). On trouvera peut-être le procédé que je vais donner un peu compliqué ; mais, malgré le désir que j'avais de le simplifier autant que possible, j'ai été, au contraire, conduit par les résultats de mes expériences à multiplier les substances employées, qui toutes jouent un rôle important dans l'ensemble du procédé. Je les regarde comme étant toutes nécessaires pour obtenir un résultat complet, et cela doit être, puisque ce n'est que graduellement que je suis arrivé à découvrir les propriétés de ces différents métaux, dont l'un aide à la promptitude, l'autre à la vigueur de l'épreuve, etc. (2).

Il naît du concours de ces substances une puissance qui neutralise tous les effets inconnus qui venaient si souvent s'opposer à la formation de l'image (3).

Je crois d'ailleurs que la science et l'art ne doivent pas être arrêtés par la considération d'une manipulation plus ou moins longue ; on doit se croire heureux d'obtenir à ce prix de beaux résultats, surtout lorsque les moyens d'exécution sont faciles.

Car la préparation galvanique de la plaque ne présente aucune difficulté. L'opération se divise en deux parties principales : la première, qui est la plus longue, peut être faite très-longtemps à l'avance, et peut être considérée comme le complément de la fabrication de la plaque. Cette opération une fois faite, sert indéfiniment, et l'on peut, sans la recommencer, faire un grand nombre d'épreuves sur la même plaque.

Désignation des nouvelles substances.

Solution aqueuse de bichlorure de mercure (sublimé corrosif) ;
Solution de cyanure de mercure ;
Huile de pétrole blanche acidulée avec de l'acide nitrique :
Dissolution de chlorure d'or et de platine.

Préparation des substances.

Solution aqueuse de bichlorure de mercure (sublimé corrosif). — 5 décigrammes de bichlorure de mercure dans 700 grammes d'eau distillée.

Solution de cyanure de mercure. — On sature un flacon d'eau distillée de cyanure de mercure, et l'on en décante un volume quelconque, que l'on allonge d'une égale quantité d'eau distillée.

Huile de pétrole blanche acidulée (1). — On acidule cette huile en y mêlant un dixième d'acide nitrique pur, qu'on y laisse au moins 48 heures, en ayant soin d'agiter le flacon de temps en temps. On décante l'huile qui s'est acidulée, et qui rougit alors fortement le papier de tournesol. Elle s'est aussi un peu colorée, tout en restant très-limpide.

Dissolution de chlorure d'or et de platine. — Pour ne pas multiplier les dissolutions, j'ai pris pour point de départ le chlorure d'or ordinaire, qui sert à fixer les épreuves. On sait qu'il est composé de 1 *gramme de chlorure d'or et de 4 grammes d'hyposulfite de soude pour* 1 *d'eau distillée.*

---

du brôme est plus favorable que celle qu'on obtient au moyen de l'eau bromée, car cette dernière a l'inconvénient d'entraîner avec elle de l'humidité qui se condense à la surface de la plaque. L'emploi de l'huile que j'indique plus loin neutralise cet effet, et donne à la vapeur du brôme étendu d'eau la même propriété qu'à celle du brôme sec.

(1) Cela est tellement vrai que, si l'on fait une épreuve sur une plaque qui a été fixée plusieurs fois, on peut la laisser à l'exposition de la vapeur du brôme autant de fois en plus du temps nécessaire qu'elle a reçu de différentes couches d'or.

(2) Je veux dire seulement que l'emploi de tous les métaux que j'indique plus loin est indispensable ; mais la manière de les appliquer peut varier.

(3) Car, en multipliant ces éléments comme dans une pile, on augmente cette puissance, et l'on parvient ainsi à faire agir dans le même temps les radiations les plus paresseuses, telles que celles du rouge et du vert.

(1) L'huile de pétrole la plus convenable est d'un ton jaune verdâtre, et prend, sous différents angles, des reflets azurés.

J'ai donné la préférence à cette huile sur les huiles fixes, parce qu'elle reste toujours limpide, quoique fortement acidulée. Le but que je me propose en employant une huile acidulée est de réduire les métaux en poussière, et de retenir cette poussière à la surface de la plaque, en même temps de donner plus d'épaisseur à la couche par ses propriétés onctueuses ; car le naphte qui résulte de la distillation de cette huile ne produit pas le même effet, parce qu'étant trop fluide, il entraîne la poussière des métaux. C'est par cette même raison que j'ai conseillé dernièrement l'emploi de l'*essence de lavande*, plutôt que celui de l'essence de térébenthine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant au chlorure de platine, il faut en faire dissoudre 2 1/2 décigrammes dans 3 litres d'eau distillée ; on mêle ensuite ces deux dissolutions en égales quantités.

MANIÈRE D'OPÉRER.

Première préparation de la plaque.

Nota. Pour être plus court dans la description qui va suivre, j'indiquerai chaque substance en abrégé. Ainsi je dirai, pour désigner la *solution aqueuse de bichlorure de mercure*, sublimé; pour la *solution de cyanure de mercure*, cyanure ; pour l'*huile de pétrole acidulée*, huile ; pour la *dissolution de chlorure d'or et de platine*, or et platine ; et pour l'*oxide de fer*, rouge seulement.

On polit la plaque avec du sublimé et du tripoli d'abord, et ensuite avec du rouge (1), jusqu'à ce qu'on arrive à un beau noir. Puis on pose la plaque sur le plan horizontal, et on y verse la solution du cyanure que l'on chauffe avec la lampe, absolument comme si l'on fixait une épreuve au chlorure d'or. Le mercure se dépose et forme une couche blanchâtre. On laisse un peu refroidir la plaque, et, après avoir renversé le liquide, on la sèche en la frottant avec du coton et en la saupoudrant de rouge.

Il s'agit maintenant de polir la couche blanchâtre déposée par le mercure. Avec un tampon de coton imbibé d'huile et de rouge, on frotte cette couche juste assez pour qu'elle devienne d'un beau noir. On pourra, en dernier lieu, frotter assez fortement, mais avec du coton seul, pour amincir le plus possible la couche acidulée.

Ensuite on place la plaque sur le plan horizontal, et on y verse la dissolution d'or et de platine. On chauffe comme à l'ordinaire ; on laisse refroidir, et puis on renverse le liquide, que l'on sèche en frottant légèrement avec du coton et du rouge.

Il faut faire cette opération avec soin, surtout lorsqu'on ne doit pas continuer immédiatement l'épreuve ; car autrement on laisserait sur la plaque des lignes de liquide qu'il est toujours difficile de faire disparaître. Par ce dernier frottage, la plaque ne doit être que séchée et non pas polie.

Ici se borne la première préparation de la plaque, celle qui peut être faite longtemps à l'avance.

Seconde préparation.

Nota. Je ne crois pas convenable de mettre entre cette opération et l'iodage de la plaque un intervalle de plus de 12 heures.

Nous avons laissé la plaque avec un dépôt d'or et de platine. Pour polir cette couche métallique, il faut prendre avec un tampon de coton de l'huile et du rouge, et frotter jusqu'à ce que la plaque redevienne noire ; et puis avec de l'alcool et du coton seulement, on enlève le plus possible cette couche d'huile et de rouge.

Alors on frotte assez fortement, et en repassant plusieurs fois aux mêmes endroits, la plaque avec du coton imprégné de cyanure. Comme cette couche sèche très-promptement, elle pourrait laisser sur la plaque des traces d'inégalité ; pour éviter cela, il faut repasser le cyanure, et pendant que la plaque est encore humide, avec un tampon imbibé d'un peu d'huile, on s'empresse de frotter sur toute la surface de la plaque et de mêler ainsi ces deux substances ; puis, avec un tampon de coton sec, on frotte pour unir et en même temps pour dessécher la plaque, en ayant soin d'enlever du tampon de coton les parties qui s'humectent de cyanure et d'huile. Enfin, comme le coton laisse encore des traces, on saupoudre également la plaque d'un peu de rouge que l'on fait tomber en frottant légèrement et en rond.

Ensuite avec un tampon imprégné d'huile seulement, on frotte la plaque également, et de manière à faire revenir le bruni du métal ; et puis on saupoudre avec du rouge, et l'on frotte très-légèrement en rond, de manière à faire tomber tout le rouge qui entraîne avec lui la surabondance de la couche acidulée (1).

Enfin, avec un tampon de coton un peu ferme, on frotte fortement pour donner le dernier poli (2).

(1) Si je préfère, pour polir, le rouge aux autres substances, ce n'est pas que je lui reconnaisse une propriété photogénique, mais bien parce qu'il brunit mieux et qu'il aide à fixer la couche d'or qui n'est plus si susceptible de s'enlever par écailles lorsqu'on la chauffe trop.

Les plaques galvaniques, lorsqu'elles n'ont ni marbrures ni taches noires (ce qui arrivait quelquefois dans l'origine), reçoivent mieux que les autres l'application des métaux, et par conséquent le chlorure d'or y adhérant plus fortement ne s'enlève pas par écailles.

(1) Il faut avoir soin d'appuyer le moins possible, car autrement le rouge adhérerait à la plaque et formerait un voile général.

(2) Lorque l'on opérera sur une plaque qui aura reçu longtemps à l'avance la première préparation, il faudra, avant d'employer l'huile acidulée et l'oxide rouge, opérer comme je l'indique plus loin pour la plaque qui a reçu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'est pas nécessaire de renouveler souvent les tampons imbibés d'huile et de rouge ; il faut seulement les garantir de la poussière.

J'ai dit plus haut que la première préparation de la plaque peut servir indéfiniment ; mais on comprend que la seconde doit être modifiée selon qu'on opère sur une plaque qui a reçu une épreuve fixée ou non fixée.

Sur l'épreuve fixée.

Il faut enlever les taches laissées par l'eau du lavage avec l'oxide rouge et de l'eau faiblement acidulée d'acide nitrique (à 2 degrés dans cette saison, et moins dans l'été).

Ensuite, il faut polir la plaque avec de l'huile et du rouge pour enlever toutes les traces de l'image qu'on efface.

On continue alors l'opération comme je viens de le dire plus haut pour la seconde préparation de la plaque neuve, et à partir de l'emploi de l'alcool.

Sur l'épreuve non fixée (mais dont la couche sensible a été enlevée comme à l'ordinaire, dans l'hyposulfite de soude).

D'abord, il faut frotter la plaque avec de l'alcool et du rouge pour enlever les traces de l'huile qui a servi à faire l'épreuve précédente.

On continue ensuite comme il est indiqué plus haut pour la plaque neuve, et à partir de l'emploi de l'alcool.

TABLEAU RÉSUMÉ DES OPÉRATIONS.

Première préparation.

1° *Sublimé corrosif* avec *tripoli* d'abord, et *rouge* ensuite pour polir la plaque ;
2° *Cyanure de mercure chauffé* et *séché* avec du *coton* et du *rouge*.
3° *Huile acidulée* avec *rouge* pour polir la couche de mercure ;
4° *Or et platine chauffé* et *séché* avec du *coton* et du *rouge*.

Seconde préparation.

5° *Huile acidulée* avec *rouge* pour polir la couche d'or et de platine ;
6° *Alcool absolu* pour enlever le plus possible l'huile et le rouge ;
7° *Cyanure de mercure employé à froid* et *frotté seulement* avec du coton ;
8° *Huile frottée assez fortement* et *égalisée* en dernier lieu avec du *rouge saupoudré*.

Sur l'épreuve fixée.

1° *Acide nitrique* à 2 degrés avec *rouge* pour enlever les taches ;
2° *Huile* avec *rouge* pour enlever les traces d'image et pour polir.
Continuer ensuite comme plus haut, à partir du n° 6, alcool, etc.

Sur l'épreuve non fixée (dont la couche sensible a été enlevée avec l'hyposulfite de soude).

Alcool avec *rouge* pour enlever les traces d'huile, et continuer comme plus haut, à partir du n° 6, alcool, etc.

OBSERVATIONS.

De l'iodage.

La couleur de l'épreuve dépend de la teinte que l'on donne à l'iodure métallique. On peut donc la varier à volonté : cependant la couleur *rose violâtre* m'a paru la plus convenable.

Pour transmettre l'iode à la plaque, on peut remplacer la feuille de carton par un plateau de faïence dont on aura usé l'émail. L'iode transmis par ce moyen n'est pas décomposé.

Il est inutile, je dirai même nuisible, de chauffer la plaque avant de l'exposer à la vapeur de l'iode.

Du lavage de l'hyposulfite de soude.

Pour enlever la couche sensible, il ne faut pas que la dissolution d'hyposulfite de soude soit trop forte, parce qu'alors elle voile les vigueurs. 60 grammes d'hyposulfite suffisent pour 1 litre d'eau distillée.

---

une épreuve fixée. Cette précaution est nécessaire pour détruire les taches que le temps pourrait avoir développées.

Sur les principes immédiats qui fournissent les couleurs en teinture.

M. F. Preisser a publié récemment une savante dissertation sur l'origine et la nature des matières colorantes organiques. Dans cette dissertation, l'auteur s'est livré à des recherches qui sont du plus haut intérêt pour l'industrie de la teinture et de l'impression des tissus. Mais comme ce travail est extrêmement étendu, nous nous bornerons à rapporter seulement les conclusions auxquelles il a conduit.

1° Les matières tinctoriales sont incolores dans les jeunes plantes et dans l'intérieur des tissus organiques qui n'ont point le contact de l'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° C'est l'oxigène qui, en se fixant sur ces matières, détermine leur coloration.

3° Les diverses matières colorées, qu'on extrait des tissus d'une même plante, dérivent toutes d'un seul principe immédiat primitivement incolore, qui, en absorbant plus ou moins d'oxigène, donne lieu aux différentes modifications qu'on a distinguées par des noms particuliers.

4° On peut rendre incolores les matières colorantes des plantes en les mettant en présence de corps avides d'oxigène, et on peut leur restituer leurs couleurs par le contact des corps oxigénants.

5° Certains principes exigent cependant, pour le développement de leur couleur, l'action simultanée de l'air ou de l'oxigène et des bases. En général, les oxides puissants, potasse, soude, ammoniaque, provoquent surtout la coloration en présence de l'air.

6° L'analyse élémentaire démontre que les principes incolores sont moins oxigénés que les mêmes principes colorés.

7° Les matières tinctoriales, soit incolores, soit colorées, possèdent des propriétés manifestement acides, surtout dans le dernier cas; elles rougissent plus ou moins le tournesol et neutralisent les bases.

8° Les laques sont de véritables sels en proportions définies.

9° Ces combinaisons salines ne s'unissent intimement avec les étoffes, que lorsqu'elles sont produites sur la fibre textile elle-même, sinon, la couleur est simplement plaquée ou superposée sur l'étoffe, et un simple lavage l'enlève.

10° La capacité de saturation des principes acides colorants augmente avec la quantité d'oxigène qu'ils renferment, elle croît avec le nombre d'atomes d'oxigène.

11° L'acide chromique et le bichromate potassique agissent sur les principes colorants par leur oxigène. L'oxide de chrôme, qui se produit dans ce cas, se combine avec le principe colorant, modifié ou oxigéné, et forme une laque qui reste unie au tissu.

12° L'acide sulfhydrique décolore les principes colorants en les désoxigénant, et en les ramenant par conséquent à leur type primitif, puisqu'il y a toujours dépôt de soufre et formation d'eau.

Nouvelle composition adhésive.

On fabrique actuellement, en Angleterre, une nouvelle composition de ce genre à laquelle l'inventeur, M. Bertram, a donné le nom de *Percollane*, et dont voici le mode de fabrication.

On prend 70 parties de tourbe consommée telle qu'on l'enlève de la tourbière, on la soumet à la presse pour extraire la plus forte portion possible de l'humidité qu'elle renferme, puis on la mélange avec 30 parties de goudron de houille; on abandonne le mélange au repos pendant quelques heures, puis on introduit dans une chaudière où l'on fait bouillir pendant trois heures. Le produit est un mastic qui, selon l'inventeur, est très-adhérent et très-tenace, facile à réduire ou mettre en fusion par la chaleur après qu'il s'est durci, imperméable à l'eau et à l'humidité et presque sans odeur.

Quand on veut appliquer cette composition pour enduire extérieurement les vaisseaux qui sont exposés à s'encroûter de débris d'animaux marins ou de plantes, on ajoute par 100 parties 2 parties de savon jaune ordinaire de résine et environ 7 parties d'oxide de cuivre, ou autre sel métallique de qualité vénéneuse.

On peut aussi modifier cette composition de manière à la faire servir comme de la pierre aux constructions; pour cela on diminue la quantité de la tourbe dont on ne fait plus entrer que 35 parties, et on la remplace par autant de parties de vase prise au fond des rivières, des canaux ou des marais, etc., mélangée à peu de sable ou de gravier fin et sec. Ce mélange est traité absolument comme le précédent et moulé en blocs, en tables de forme quelconque, etc.

On a tenté de paver des rues avec la percollane préparée de cette dernière manière, et on a, dit-on, remarqué que cette substance était propre à cet usage, qu'elle était très-dure et peu affectée par la chaleur ou l'humidité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MECANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

Notice sur une nouvelle turbine hydraulique appelée turbine à double effet.

Par MM. André Koechlin et Cie.

Depuis un certain nombre d'années, l'attention des constructeurs, des ingénieurs et des usiniers se porte généralement sur l'application en grand des roues hydrauliques à arbre vertical, connues sous le nom de turbines hydrauliques ou roues à palettes courbes. Cette tendance a été partagée et éveillée par des auteurs qui ont traité de ce système de roues, et qui en ont posé les principes; de même que les sociétés savantes et les académies en mettant des prix au concours pour ceux qui en obtiendraient les meilleurs résultats. Dans la dernière période de quinze ans qui vient de s'écouler, la question a fait d'immenses progrès grâces aux beaux travaux et aux succès obtenus par des ingénieurs dont le nom jouit d'une juste célébrité pour tout ce qui concerne l'établissement, la création et l'utilisation d'un moteur hydraulique, et il est reconnu que les roues peuvent offrir dans bien des cas de grands avantages sur les anciens moteurs.

Les turbines peuvent travailler sous des pressions différentes, et rendre un effet utile comparatif, encore fort beau quand le niveau d'aval s'élève, et que les roues ordinaires ne pourraient plus fonctionner. Elles peuvent absorber de grandes quantités d'eau avec de faibles chutes, sans augmenter d'une manière extraordinaire la largeur des canaux, de même qu'elles peuvent utiliser les chutes d'une grande hauteur, où les roues ordinaires par-dessus ne peuvent plus atteindre. Enfin leur vitesse primitive étant très-accélérée, elle se rapproche davantage de celle exigée par la plupart des industries, et permet d'éviter par là la dépense des premières transmissions, si importantes quand il faut partir d'un moteur ne faisant souvent que 3 ou 4 tours par minute.

Cependant il restait encore certaines lacunes à combler, tant sous le rapport de la simplicité dans la construction, des frais d'établissement et de mise en place des pièces constituantes de l'appareil, que pour la facilité de veiller à leur conservation et à leur entretien, conditions qui exigent souvent des travaux d'art et de fondation très difficiles au-dessous du niveau d'aval.

Ces inconvénients, plus ou moins graves, paraissent inhérents aux systèmes des turbines placées au-dessous du niveau d'aval, et ne pouvant par conséquent être mises à sec qu'au moyen d'épuisements. Toutes les turbines à nous connues sont dans ce cas, car toujours pour leur établissement on est parti du principe que pour obtenir tout l'effet utile d'une chute quelconque, il est ou du moins il était nécessaire de placer le récepteur au point final de cette chute, soit à l'endroit où la veine fluide a acquis toute la vitesse due à la différence des deux niveaux.

Dans la construction du système de roues pour lequel nous sommes brevetés, nous nous sommes basés sur un principe qui n'a pas encore été mis en pratique et que voici :

En mettant en communication deux biefs superposés, au moyen d'un tuyau dont on resserre la section par un récepteur placé en un point quelconque pris dans sa hauteur, la vitesse de la veine fluide, à l'endroit ainsi resserré, sera celle due à la différence de hauteur des deux niveaux.

On conçoit donc que ce récepteur, convenablement disposé, sera capable de transmettre toute l'action due à la vitesse à lui imprimée par le passage de la veine fluide.

Cette heureuse application nous permet de placer notre récepteur à un point quelconque, pris dans la hauteur de la chute, suivant les convenances, la colonne pouvant être prolongée à volonté, sans toutefois dépasser l'équilibre de la pression atmosphérique. Ainsi l'action de l'eau se produit simultanément par la pression de la colonne qui est supérieure au moteur, combinée avec l'attraction de la colonne qui lui est inférieure, et de cette combinaison nous avons tiré la dénomination de *turbine à double effet*.

Ce système de construction offre des avantages que sauront apprécier tous ceux qui s'occupent de travaux hydrauliques, qui savent de quelle importance sont généralement les travaux des fondations, et qui ont fait l'expérience que les prévisions de ces frais sont souvent dépassées au point qu'ils excèdent parfois le prix du moteur.

Il suffit, pour nos turbines, de faire plonger au-dessous du niveau, dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conduit descendant que porte à son extrémité la vanne régulatrice, et fixer la crapaudine qui reçoit le pivot de l'arbre vertical dans l'intérieur de ce conduit, à la hauteur la plus convenable, prise entre les deux niveaux, de manière qu'il sera toujours facile de mettre la roue à sec instantanément, et de l'avoir sous la main.

Par la disposition du récepteur, la colonne d'eau se meut verticalement, et traverse ledit récepteur en ligne droite, d'où il résulte une grande simplicité dans la construction; à cette disposition sont dus les beaux résultats de rendement que nous avons obtenus dans toutes les expériences faites jusqu'à ce jour.

A l'appui de ces faits nous avons dressé trois tableaux relatant les expériences faites avec le frein de Prony sur des roues de notre construction, établies par nous dans le courant de cette année.

Le n° 1 contient deux séries d'essais faits sur la turbine, à Aspach-le-Pont, en août, par nos ingénieurs, accompagnés de 2 ingénieurs des mines, chargés par une compagnie de forges de vérifier ces résultats.

Le n° 2 relate les expériences auxquelles a assisté une commission du comité de mécanique de la société industrielle de Mulhouse. On remarque que les résultats obtenus avec la grande roue diffèrent considérablement de ceux obtenus précédemment par nous-mêmes, et de ceux fournis par la 2e série entreprise par la commission sur la turbine moyenne. Nous avons attribué cette perte de rendement, et toutes les personnes présentes s'en sont assurées par elles-mêmes, à un frottement qu'ont éprouvé les palettes de la turbine contre les courbes conductrices du cône fixe qui n'avait pas été monté convenablement, en disposant ladite turbine pour l'expérience au frein.

A la suite du même tableau nous avons évalué en kilogrammes la valeur des frottements résultant de la paire de roues d'angle commandant, par l'arbre vertical de la turbine, l'arbre horizontal sur lequel se trouvait le frein, et celui de cet arbre de couche augmenté du poids dudit frein.

Le 3e tableau donne les résultats que nons avons trouvés en essayant la turbine construite pour l'un des tissages mécaniques de M. Geigy à Steinen. Elle fonctionne avec une chute totale de 1m.95, et se trouve placée à 0m.80 au-dessous du niveau d'amont. Cette turbine a 0m.95 de diamètre sur 0m.20 de hauteur, elle fait 92 tours par minute, et a été construite pour absorber de 650 à 700 litres par seconde; elle a été garantie par nous pour un rendement de 70 à 75 pour 100 à la vitesse de 90 tours.

Le frein a été placé sur l'arbre de couche recevant le mouvement de la turbine par le renvoi de roues dont le rapport est de 60 à 70.

La quantité d'eau absorbée a été mesurée sur un déversoir parfaitement établi, et calculé d'après un coefficient de contraction donné par M. Poncelet.

On remarque que les quantités d'eau absorbées par la roue, ont varié à partir de celle admise pour la marche normale jusqu'au quart de cette même quantité, et que le rendement utile n'a varié que de 89 à 68.

Nous allons donner ici la figure de la turbine d'Aspach-le-Pont.

Fig. 1, pl. 59. Élévation transversale.
Fig. 2, *id.* longitudinale en coupe.
Fig. 3. Plan en coupe.
C. Canal d'amont.
C'C'. Canal d'aval.
A. Tuyau en fonte ou en tôle portant dans le haut le support à crapaudine double cône (alèzé à l'endroit où est placée ou logée la couronne mobile) et dans le bas la vanne.
a La turbine mobile environnée de ses aubes (roue).
b. La couronne fixe munie des aubes conductrices.
d. Système du pivot.
B. Caisse flottante en bois.
V. Système de vannage servant à mettre à sec la turbine.
DD. Bâti en fonte portant les supports de l'arbre vertical et celui de l'arbre longitudinal.

Nota. Pour l'établissement des turbines à grandes dimensions, et devant absorber de grandes quantités d'eau, nous remplaçons le tuyau A par des constructions en maçonnerie ou en pierre de taille. Dans ce cas, il n'y a d'exécuté en fonte que le double cône, dans lequel se trouve la couronne fixe et la roue proprement dite, de même que la vanne régulatrice V, qui se fixe alors séparément contre les fondations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport fait à la Société industrielle de Mulhouse sur la turbine à double effet de MM. André Kœchlin et compagnie, et sur des expériences faites au frein sur l'une de ces turbines établie à Aspach-le-Pont.

Par M. Amédée Rieder.

Vous avez renvoye à une commission l'examen de la nouvelle turbine inventée et brevetée par MM. André Kœchlin et compagnie. Je vais avoir l'honneur de vous rendre compte des expériences au frein faites par cette commission, le 29 octobre dernier, sur l'une des turbines établies à l'usine de MM. Kunemann frères à Aspach-le-Pont.

La notice avec description et plan de cette ingénieuse turbine nous fait suffisamment connaître sa construction et les avantages qui en ressortent, nous croyons cependant devoir insister encore sur quelques points essentiels.

L'idée nouvelle de placer la turbine à telle hauteur de la chute que l'on veut, frappe tout le monde, et il résulte de cette facilité de grands avantages pour la construction du moteur et pour l'emplacement destiné à le recevoir.

MM. André Kœchlin et compagnie disent dans leur notice que le récepteur peut être placé en un point quelconque pris dans la hauteur de la chute, la colonne inférieure pouvant être prolongée à volonté sans toutefois dépasser l'équilibre de la pression atmosphérique.

Nous avons étudié avec soin cette question qui constitue la nouveauté du système de la turbine à double effet.

Examinons d'abord ce qui arrive lorsque le récepteur est placé à une hauteur au-dessous de celle à laquelle fait équilibre la pression atmosphérique, soit à moins de 10^{m}.50 au-dessus du niveau d'aval. Il est bien entendu que le canal d'amont présente encore une hauteur d'eau convenable au-dessus de la roue et que celle-ci doit être construite de manière à ce que le mécanisme de son débit puisse être fourni par le cours d'eau disponible.

Supposons un instant que le tuyau inférieur, ou de fuite, hermétiquement fermé à l'endroit où se trouve logée la turbine, la pression de l'atmosphère agisse sur l'orifice de sortie qui se trouve noyé, elle fera équilibre à toute la colonne d'eau renfermée au-dessous de la turbine; si maintenant on donne passage à l'eau à travers le récepteur, il est évident que toute molécule d'eau passant à travers le récepteur sera sollicitée par une vitesse due à la hauteur de la chute. Afin que l'action soit complète sur la roue, il faut nécessairement que l'orifice de sortie soit plus grand que l'orifice maximum que présente la roue au passage de l'eau.

Si l'on voulait utiliser une chute plus élevée de 10^{m}.50, et que l'on plaçât le récepteur au-dessus de cette hauteur à laquelle fait équilibre la pression atmosphérique, que se passerait-il dans la tuyau de fuite qui se trouve au-dessous du récepteur ?

Le niveau de l'eau viendrait s'abaisser jusqu'à la hauteur A, fig. 4, où l'eau serait tenue en équilibre par la pression de l'atmosphère, et il se formerait un vide au-dessous du récepteur R, lequel peut être comparé à la chambre barométrique.

Chaque molécule d'eau passant à travers le récepteur, dans cet état de choses, sera sollicitée par une vitesse due à la pression d'une atmosphère égale à la colonne d'eau RC, agissant directement au-dessous du récepteur, la portion de la chute RA, qui se trouve entre le récepteur et le sommet de la colonne d'eau équilibrée par l'atmosphère sera complètement perdue pour l'action, et il serait à craindre que l'eau agisse fort mal sur la roue, en se précipitant à travers ses augets dans la partie vide d'air RA, qui se trouverait au-dessous.

A l'appui de ce raisonnement nous avons fait une expérience fort simple, dont voici le résultat ci-contre :

Un tube de verre BC, fig. 5, d'un mètre environ de hauteur est terminé à son extrémité supérieure en forme d'entonnoir dans lequel s'ajuste un bouchon conique R, percé d'un petit trou.

En appuyant le doigt sur l'extrémité inférieure, et en soulevant le bouchon, on remplit le tube de mercure que l'on verse par l'entonnoir jusqu'à ce que celui-ci soit aussi rempli, puis on place le bouchon R, et on introduit l'extrémité inférieure du tube dans un bain de mercure, après quoi on retire le doigt.

On a ainsi un véritable tube barométrique, et si le mercure était bien purgé d'eau et d'humidité, la pression atmosphérique soutiendrait une colonne d'une hauteur d'environ 0^{m}.76.

Dans l'expérience dont il s'agit le baromètre marquait 0^{m}.75, et le mercure ne s'est élevé dans le tube qu'à la hauteur de 0^{m}.64, la partie supérieure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AR renfermait donc de la vapeur d'eau et de l'air raréfié.

L'ouverture pratiquée dans le bouchon R, laissait couler un filet de mercure qui traversait la chambre barométrique et faisait osciller légèrement le niveau supérieur de la colonne autour du point A, sans changer d'une manière sensible la hauteur de cette colonne.

Nous conclurons que, dans l'espèce de turbine qui nous occupe, le récepteur ne peut être placé utilement pour les grandes chutes dépassant 10m.50, qu'à la hauteur à laquelle on place ordinairement les pompes aspirantes, c'est-à-dire qu'il ne faut pas s'exposer à laisser former un vide au-dessous du récepteur.

C'est du reste un cas très-rare auquel on applique les turbines, et pour toutes les chutes usitées dans l'industrie on pourra toujours poser la roue très-près du niveau d'amont, ce qui présente d'immenses avantages en construction.

Un inconvénient assez grand pour certains cours d'eau se présente cependant pour ce genre de turbine, c'est qu'elle ne peut agir avec un maximum d'effet qu'en débitant une quantité d'eau à peu de chose près constante, pour laquelle la roue doit être établie.

Deux cas se présentent où l'action du moteur doit être réduite :

1° Celui où l'on a de l'eau de reste et où l'on a l'emploi de moins de force, on peut pour ce cas se servir de la vanne de fond qui devient alors vanne régulatrice en donnant passage à moins d'eau.

Il serait intéressant de savoir quel est le rendement de la turbine en réduisant ainsi son débit.

Nous regrettons de n'avoir pu faire d'expérience pour ce cas où l'effet de l'eau est beaucoup moindre que quand l'eau passe à travers la turbine sans être gênée à l'orifice de la vanne régulatrice qui se trouve noyée dans le canal de fuite;

2° Le cours d'eau peut diminuer de volume, et alors il est important de l'utiliser encore par un moteur produisant un maximum d'effet utile.

La facilité avec laquelle on met le moteur à sec et sa position rapprochée du radier d'amont rendent la manœuvre assez facile, et nous avons vu faire ce changement de roue en moins d'une heure, pendant le cours de nos expériences; les roues de rechange peuvent cependant donner lieu à des retards fâcheux dans certains cas ou devenir difficiles pour des roues de grandes dimensions, MM. André Kœchlin et compagnie font dans ce moment des essais pour rectifier les orifices ou les augets de la roue de manière à en réduire le débit à volonté et en très-peu de temps, mais toujours en mettant la roue à sec et en y adaptant certaines pièces de rechange.

La turbine à double effet sur laquelle les expériences au frein ont été faites par une commission assistée de MM. Marozeau et Gassien de Wesserling, est établie sur le cours d'eau très-variable de la Dolles. Les eaux étaient abondantes et on a commencé à opérer sur la grande turbine, dont voici les principales dispositions :

	mèt.	
Diamètre extérieur.	0.800	
Surface.	0.503	
Largeur des augets.	0.140	
Nombre d'augets.	16	
Section ou orifice des augets.	0.880	
— de la roue.	0. 29	carrés.
Orifice de la vanne de sortie du bas de la turbine 1m.00 sur 0m.45 . . . . . =	0. 45	carrés.

Cette vanne a été constamment ouverte en entier et offrait par conséquent un passage facile à toute l'eau que pouvait débiter la turbine.

La chute disponible était en moyenne de 2m.72, et le nombre des tours de la roue entre 158 et 90.

Tous les soins ont été mis au jaugeage de l'eau débitée.

On a établi à environ 100 mètres en aval de la turbine, dans le canal de fuite, un barrage provisoire formé par un madrier solidement fixé par des pieux et rendu parfaitement étanche.

Les deux côtés latéraux formaient des angles rentrants d'environ 45°. La hauteur de l'eau au-dessus du déversoir a été mesurée sur un indicateur placé assez loin pour que la dénivellation ne s'y fasse plus sentir. Le niveau de l'eau en aval du barrage était assez bas pour que le déversoir pût être considéré comme complet.

On a commencé par fermer toutes les vannes de l'usine afin de pouvoir apprécier tout le volume d'eau passant par le déversoir, et on a trouvé que l'eau donnait en moyenne une hauteur de 0m.048; on a appliqué, d'après M. Morin, la formule $Q = mLH\sqrt{2gH}$, en adoptant pour coefficient $m = 0.42$.

La vanne de fond de la turbine ayant été complétement ouverte, on mesu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rait pour chaque expérience la hauteur d'eau sur le déversoir, et on s'est servi de la même formule ci-dessus en appliquant le coefficient $m = 0.42$. La différence des deux quantités d'eau donnait pour chaque expérience la dépense réelle; nous renvoyons du reste au tableau 2 qui rend suffisamment compte de toutes les opérations telles qu'elles ont été faites et calculées.

La première des opérations a donné un rendement moindre que les expériences faites précédemment sur la même roue; nous nous sommes assurés que la marche de la turbine avait été gênée par un frottement des palettes contre des courbes conductrices, et ces résultats ne peuvent en conséquence pas être considérés comme exacts.

On a changé de roue, et on a procédé pour la petite turbine comme on l'avait fait pour la grande. Cette turbine de rechange a son

	mèt.	
Diamètre extérieur.	0.800	
Largeur des augets.	0.100	
Nombre des augets.	18	
Orifice des augets.	0. 22	carrés.
L'orifice de la vanne de sortie du bas de la turbine a.	0. 45	carrés.

La 2e série des expériences, nos 11 à 15, donne des résultats qui coïncident entièrement avec ceux précédemment obtenus sur la même roue, dans les premiers essais faits par MM. André Kœchlin et Cie.

Nous avons obtenu pour effet utile depuis 72 jusqu'à 83 p. %, et ce qu'il y a de remarquable, c'est que cet effet utile est le même pour les vitesses de roue qui varient de 90 à 168 tours par minute, tandis que le débit de l'eau ne varie que de 0m. 49 à 0m. 53.

La force maximum obtenue en chevaux de 75 kilog. à 1m. en 1", était de 17.36.

Nous nous dispenserons de donner une description détaillée du frein de Prony employé pour les expériences, il nous a paru très-bien établi, et ayant été constamment arrosé avec de l'eau de savon il oscillait fort peu.

MM. André Kœchlin et Cie, dans le tableau qu'ils ont présenté, forment une colonne dans laquelle ils donnent l'effet utile de la turbine en faisant abstraction du frottement des diverses pièces qui influent sur la marche du moteur jusqu'à l'arbre de couche du moteur sur lequel était appliqué le frein.

Le mouvement lui était transmis par une seule paire de roues d'angle très-légères. Nous nous abstenons de porter un jugement sur la justesse ou la valeur de ces calculs faits d'après les données de M. Morin. Il nous semble que ces expériences au frein doivent être toutes pratiques, et que leur mérite est de leur donner pour résultat l'effet réellement désirable ou plutôt utilisable. Il devient dès lors inutile de faire abstraction du frottement dont il est impossible de se passer, et le mérite d'un moteur consistera à exiger le moins possible de ces frottements.

La turbine à double effet qui nous occupe est dans ces conditions, elle est simple, légère, et marche généralement à de grandes vitesses.

Nous ne pouvons porter de jugement sur le tableau no 3, que MM. André Kœchlin et Cie ont joint à leur communication, il donne des résultats obtenus sur une turbine du même système établie récemment à Stienen, dans le grand-duché de Bade; mais comme les résultats approchent très-près de ceux que nous avons obtenus nous-mêmes, il sera intéressant de le publier avec les deux autres tableaux.

Appareil physico-mécanique pour remplacer les machines à vapeur.

Par M. Selligue.

L'appareil que j'appelle physico-mécanique est destiné à remplacer les machines à vapeur, principalement celles employées par la marine, ainsi que les machines hydrauliques de grande puissance.

Depuis plusieurs années j'avais combiné cet appareil très-simple pour faire marcher les vaisseaux à voiles et autres comme les machines à vapeur, sans que rien fût apparent en dehors de la flottaison. J'ai gardé pendant trois ans mon invention, afin qu'elle pût être utile à la France s'il y avait une guerre maritime, et alors elle paraissait probable. J'avais seulement, dans le temps, confié mes moyens à une personne si bien placée que son témoignage était irrécusable, afin que mon idée ne fût pas perdue, et que je pusse recourir à ses souvenirs, si d'autres venaient à présenter une pareille machine.

Je sais qu'il y a des personnes qui ont voulu faire le vide dans des appareils au moyen de l'inflammation du gaz, et faire marcher ainsi des pistons dans des corps de pompe, etc., ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

monter de l'eau ; mais ces moyens sont de peu d'effet, puisqu'ils n'agissent que sur une partie de la pression atmosphérique, et qu'ils ont besoin de machines et d'ajustements qui ne sont guère en rapport avec les forces motrices que les auteurs croient obtenir. Moi, je me sers de force expansive, que j'obtiens par la détonation du gaz, et qui est d'autant plus forte que l'air et le gaz contiennent de l'eau en vapeur en plus grande quantité ; et comme à chaque explosion les vapeurs sont portées au rouge, les 20 à 30 grammes d'eau qui y sont contenus, portés à cette température, donnent une force très-considérable que je fais agir directement sur l'eau libre ; en sorte qu'il n'y a aucune crainte de rupture des récipients d'explosion.

Voici le fait qui m'a conduit à imaginer ces appareils. En faisant diverses expériences sur le gaz dans une de mes usines, j'ai remarqué que les détonations, dans diverses circonstances, avaient plus ou moins de puissance avec les divers mélanges d'air atmosphérique indiqués dans le Traité de chimie de M. Dumas. J'ai vu que la quantité de vapeur en suspension, ainsi que la quantité d'oxide de carbone qui se produisent dans le gaz que j'obtiens par la décomposition de l'eau par le charbon au rouge, faisaient aussi varier les effets comme puissance et comme vitesse, si je puis me servir de cette expression. Je suis parti de là pour combiner des appareils pour faire marcher des vaisseaux et remplacer les machines hydrauliques d'une grande puissance.

Voici la description succincte de ces appareils.

Je place à l'arrière d'un vaisseau, et le plus bas possible au-dessous de la flottaison, deux à quatre récipients d'explosion en métal ductile. Je me servirai du mot éprouvette métallique, qui spécifie bien la forme du récipient d'explosion. Ces éprouvettes seront du calibre d'un mètre, je suppose, et de sept mètres de longueur. Je courbe cette éprouvette presque à angle droit à la distance de deux mètres et demi de la partie supérieure qui est fermée ; ainsi l autre partie du tube a quatre mètres et demi qui se trouvent placés presque horizontalement, et ce bout d'éprouvette est ouvert.

Je fixe, avec les collets qui tiennent aux bouts ouverts de cette éprouvette et avec d'autres armatures nécessaires, l'éprouvette elle-même à la muraille et aux planchers du vaisseau, de manière que le bout qui est fermé et perpendiculairement soit à la hauteur de la flottaison.

A la partie supérieure de chaque éprouvette, il y a trois robinets ; l'un s'ouvre après une première explosion pour laisser remonter l'eau qui reprend son niveau et chasse l'azote qui existait après l'explosion ; l'autre sert à introduire le gaz et l'air dans l'éprouvette, et se ferme de suite ; le troisième est combiné de manière à faire effectuer la détonation. A cet effet, il a une flamme de gaz qui brûle par un petit orifice ménagé au centre de la clef dudit robinet, et une autre flamme placée sur le robinet, laquelle brûle constamment et rallume la première, qui s'éteint à chaque explosion.

Il y a ensuite dans le tube inférieur de l'éprouvette une espèce de piston-rame articulée, de manière à laisser passer au travers l'eau qui vient reprendre son niveau après l'explosion. Les lames qui composent ce piston se placent horizontalement, et ne présentent que leur épaisseur comme résistance au retour de l'eau, et quand l'explosion a lieu, présentent alors toute leur surface.

Au moyen d'une ligne droite de va-et-vient, mue par un mouvement circulaire et continu, je fais faire les fonctions en temps utile et marcher deux corps de pompe de grandeur et de capacité convenables, telles que *un* pour gaz et *huit* pour l'air. Ils aspirent dans un sens et foulent dans l'autre l'air et le gaz dans l'éprouvette.

Voici ces fonctions : quand la ligne droite marche dans un sens, elle ferme le robinet supérieur qui ouvre l'éprouvette pour en laisser échapper le gaz azote et y laisser remonter l'eau jusqu'au niveau de la flottaison et des corps de pompe ; ensuite elle injecte dans l'éprouvette l'air atmosphérique et le gaz au moyen de deux corps de pompe. Aussitôt l'injection faite avant la fin de sa course, elle fait fonctionner, par un quart de tour, le robinet d'explosion, qui retourne se mettre à sa première position quand l'explosion a eu lieu. Dans l'autre sens de la ligne droite, le robinet supérieur s'ouvre pour laisser échapper l'azote et remonter l'eau dans l'éprouvette ; ensuite il fait aspirer l'air et le gaz par les corps de pompe, et ainsi de suite.

Il va sans dire que la même ligne droite fait marcher deux éprouvettes ou récipients d'explosion en faisant la fonction par chacun de ses bouts en raison inverse, c'est-à-dire que quand elle injecte l'air et le gaz dans l'une des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éprouvettes, elle aspire l'air et le gaz dans les corps de pompe pour l'autre éprouvette, dont la détonation doit suivre.

Dans certaines dispositions, on peut placer, outre les récipients d'explosion de l'arrière, deux autres récipients à l'avant pour virer de bord plus vite : alors on y transporte le gaz et l'air par des tubes, et quand on les fait agir, on ne fait produire les détonations que par les récipients de l'avant et de l'arrière du bord opposé au rayon de la courbe que l'on veut décrire.

Une explosion peut avoir lieu toutes les trois secondes par le même récipient (je prends à présent pour point de départ, de mise en action, des récipients d'explosion dans lesquels j'introduirai 35 litres de gaz et 280 litres d'air atmosphérique ; chaque explosion égalera environ 25000 kilog. de force). C'est donc une seconde et demie de temps par explosion, 40 explosions par minute, et par heure 2400 explosions à 35 litres, égale 84000 litres. Il faut deux de mes fourneaux ordinaires pour obtenir d'une manière normale cette quantité de gaz, et que la capacité totale des cylindres soit de 3600 litres, ce qui fait douze tubes de deux mètres de long sur 0m.44 de diamètre intérieur. Pour combustible en 24 heures, on brûle, dans deux fourneaux de cette capacité, 20 hectolitres de houille, et on emploie, pour chaque production de 3500 litres de gaz, 1 kilog. de charbon de bois ou autre pour décomposer l'eau. Ainsi, en 24 heures, c'est 576 kilog. de charbon. L'eau ne coûtant rien, je n'en parle pas dans ce compte.

20 hectolitres de houille, à 3 fr. 50 l'hectolitre.	70 fr.
576 kilogr. de charbon, à 10 fr. les 100 kilog.	57.60
	127.60

Quant au mécanicien et au chauffeur, je n'en parle pas ; il y a plutôt moins de dépense pour mes appareils que pour les machines à vapeur.

Avec 127 fr. 60 cent. on a une force motrice égale à 25000 kilog. toutes les secondes et demie ; ce qui, à 75 kilog. par cheval-vapeur par seconde, égale 222 chevaux.

Pour une machine à vapeur par heure, il faut une dépense de 5 kilog. de houille par cheval ; en 24 heures, une machine de 100 chevaux seulement emploie 150 hectolitres, qui, au prix de 3 fr. 50, font 525 fr. Aussi je prends le minimum pour 200 chevaux à 800 fr.

La dépense en combustible est donc, pour mon appareil, comme *un* est à *sept* relativement à une machine à vapeur de même puissance. La force motrice qui m'est nécessaire pour faire fonctionner l'appareil est celle de deux hommes. Pour éviter d'avoir des réservoirs de gaz de grande dimension, je fais alimenter mes fourneaux d'eau à décomposer par la machine elle-même, et à chaque explosion il se verse la quantité d'eau nécessaire dans les siphons d'alimentation pour produire le gaz que consomme une explosion ; en sorte que je n'ai qu'un réservoir d'une capacité égale à deux ou trois mètres. C'est tout ce qu'il faut ; aucun accident ne peut arriver.

Quant à l'économie de confection et d'aménagement de mes appareils, il n'y a plus de comparaison avec une machine à vapeur. Le poids de tous mes appareils serait de 20 tonneaux au plus, et le prix pour armer ainsi un vaisseau de ligne serait environ 80 à 100 mille francs ; 20 vaisseaux coûteraient donc environ 2 millions, et le temps nécessaire pour armer un vaisseau serait au plus de 2 ou 3 mois.

Quand les explosions ont lieu, le bruit en est à peine sensible, tout l'effet se produisant dans l'eau.

J'ai fait un appareil de démonstration qui, au moyen de 100 centimètres cubes de gaz et de 800 centimètres cubes d'air, me porte 6 litres d'eau à chaque explosion à environ 10 mètres de hauteur.

Explication des figures.

Fig. 6 pl. 59. Coupe verticale d'une portion d'un vaisseau de 74 canons ; disposition des fourneaux, gazomètre, et de l'appareil moteur.

Fig. 7. Élévation de l'arrière, et disposition de l'appareil.

Fig. 8. Appareil moteur, et mouvement comme machine hydraulique.

Essai sur un nouveau moyen d'appliquer la pression atmosphérique aux chemins de fer actuels à l'aide de machines locomotives pneumatiques.

Par M. F. Gill.

Le succès obtenu avec le chemin dit atmosphérique, sur la ligne expérimentale de Kingston à Dalkey, a été tellement décisif, qu'il a droit d'attirer l'attention sur le nouveau mode de locomotion dont on a fait ainsi une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

heureuse application. La démonstration et la simplicité du principe qui sert de base à ce mode, ne sont pas assurément nouvelles, mais ce qu'il y a de nouveau ce sont les dispositions mécaniques du système.

L'admission libre et directe de l'air atmosphérique derrière le piston, n'est pas théoriquement parlant, la méthode la plus économique pour emprunter une forte motrice à la pression de l'atmosphère et obtenir un effet égal à la force dépensée pour produire le vide; par exemple, dans ce système on ne tire aucun profit de la force expansive de l'air, mais sans discuter ici les moyens variés qui pourraient être employés pour agir avec plus d'économie, je dirai qu'il me paraît aujourd'hui parfaitement démontré, qu'on peut transmettre de la force à une grande distance en appliquant un premier moteur à l'épuisement de l'air à l'une des extrémités d'un tube, tandis que la pression atmosphérique agit comme force motrice, sur un piston à l'autre extrémité.

Dans de pareilles circonstances, il se présente la question suivante:

La force ainsi transmise à distance ne pourrait-elle pas être applicable aux chemins de fer ordinaires, en faisant agir la pression de l'air de la même manière que la vapeur, c'est-à-dire sur des pistons à mouvement alternatif ou à rotation continue se mouvant dans des cylindres bien polis de machines locomotives pneumatiques, communiquant à l'aide de valves mobiles et glissantes avec l'intérieur d'un tube de diamètre modéré, établi le long d'une ligne et où l'on ferait le vide à l'aide de machines stationnaires placées à des distances convenables?

A cette question je n'hésite pas à répondre par l'affirmative, et à dire que ce mode d'appliquer la force pneumatique ne me paraît présenter aucune difficulté capable d'arrêter sérieusement, ainsi qu'on va le voir par quelques explications où nous allons entrer.

Supposons que *a*, *a*, fig. 9, pl. 59, représente un tuyau pneumatique d'environ 0^m 30 de diamètre, couché entre les rails et s'étendant sur toute la longueur de la ligne; le talu porte une ouverture ou fente longitudinale *b* de $0^m.080$ à $0^m.10$ de largeur et bordée des deux côtés par les bandes ou rebords plats *c*, *c*. Cette ouverture ou coulisse peut fort bien ne pas être continue comme dans le tube atmosphérique ordinaire, mais porter de distance en distance de petites traverses *d* venues de fonte qui maintiendront le tuyau et s'opposeront à sa déformation même sous une faible épaisseur.

Sur l'une des faces des rebords *c*, *c* se trouve solidement fixée une doublure imperméable à l'air, en cuir ou autre substance présentant une surface plane unie, sur laquelle repose une soupape plane longitudinale *e*, *e* formée d'un cuir imperméable ou autre matière élastique et fortifiée sur la face supérieure par une série de pièces à charnière qui ne diminuent pas sensiblement sa parfaite flexibilité. Lorsque l'air sera en partie épuisé à l'intérieur du tube, le poids de l'atmosphère extérieure pressera la soupape sur son siége *c* et préviendra les fuites, pourvu que cette soupape ait été bien ajustée. La fig. 10 représente une valve ou boîte glissante, dans une position renversée, faite en un métal très-poli, et *f* fig. 9 la montre dans la position convenable sur le tuyau et insérée entre les rebords *c*, *c* et ceux de la longue soupape *b*. Les extrémités de cette boîte sont abattues en biseau, dont le tranchant est cependant assez arrondi pour ne pas courir le risque de couper les surfaces entre lesquelles elle se meut. Un réservoir à huile établi à l'extérieur, fournit par de petites ouvertures *h*, *h* percées près du bord des biseaux extrêmes, la quantité de liquide nécessaire pour lubrifier les surfaces et prévenir les fuites en remplissant les minimes ouvertures qui pourraient subsister aux extrémités de la valve, entre la longue soupape et son siége; aux ouvertures latérales *i*, *i* de cette valve se trouvent attachés des tubes flexibles, communicant avec les conduits d'évacuation d'une machine locomotive pneumatique qui serait un peu en avant de cette valve, et liée avec elle de manière à la mettre simultanément en mouvement sans aucune tendance à la soulever de son siége. On n'a pas représenté dans la figure les guides latéraux, le réservoir à huile, et autres menus détails de l'appareil.

Si on imagine une machine locomotive ordinaire, moins sa chaudière placée sur un chemin de fer, auquel on a adapté un tuyau à soupape, et une valve glissante de la forme qui vient d'être décrite, et où les conduits d'évacuation des cylindres sont en communication par des tubes flexibles avec les ouvertures latérales que porte cette valve, tandis que le conduit d'admission est ouvert dans l'atmosphère; il est évident qu'un épuisement partiel de l'air dans le tuyau travailleur, produira une diminution de pression sur l'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des faces du piston, tandis que la pression atmosphérique agissant de tout son poids sur la face opposée, engendrera une force motrice proportionnée au degré de raréfaction de l'air qu'on aura fait dans le tuyau. La machine sera donc poussée en avant, entraînant sa valve avec elle aussi longtemps que la machine stationnaire continuera à extraire l'air de ce tuyau.

Il est évident que le mouvement de progression de la valve, maintient une communication constante entre l'intérieur du tuyau et les cylindres locomotifs, tandis que sa forme particulière et son mode d'action sont calculés pour donner toute la liberté de mouvement nécessaire, sans qu'il y ait à craindre des fuites, puisque la pression atmosphérique produit un contact constant et immédiat de ses faces avec celles de la longue soupape ou coulisse sur son siége.

Une valve de 1 mètre de longueur sur 0m.15 de largeur présentant une ouverture superficielle de 5 à 6 décimètres carrés, sera suffisante pour les machines du plus grand modèle, et plus on pourrait réduire ses dimensions tout en lui conservant tous ses bons effets pratiques, mieux cela vaudrait. Comme la pression totale de l'atmosphère sur une surface donnée, ne serait environ que le tiers de celle de la vapeur dont on se sert dans les locomotives ordinaires, et que dans la pratique on ne peut espérer utiliser par le système atmosphérique plus d'un quart de cette pression, les machines pneumatiques devront avoir proportionnellement de plus grandes dimensions. En outre, comme pour obtenir un effet utile égal à la force dépensée pour faire le vide, nous pensons qu'il faudrait appliquer la pression atmosphérique avec expansion, on voit que cette condition entraîne encore des cylindres d'une plus grande capacité, s'ils sont uniques, ou des appareils plus compliqués, si on fait usage de machines à deux cylindres. Toutefois il convient de faire remarquer que comme la pression est faite et agit extérieurement sur les cylindres, le mécanisme peut être comparativement beaucoup plus léger. Les machines à vapeur rotatives où les parties mobiles exécutent sans interruption une suite de révolutions complètes, pourraient être avantageusement appliquées à la locomotive pneumatique, toutes les fois que la pression sera légère, et que le mécanisme ne s'échauffera pas trop vivement. D'ailleurs ces machines étant susceptibles d'un degré de rapidité progressive bien supérieur à celui qu'on pourrait admettre avec sécurité avec les pistons alternatifs on conçoit qu'elles seraient dans ce cas très-propres à la locomotion rapide. Des machines de ce modèle et dans les dimensions propres à la circulation sur les chemins de fer, pourraient exécuter avec facilité et en toute sécurité 300 révolutions par minute, et cette rapidité donnerait avec des roues de 2 mètres de diamètre une vitesse de plus de 60 milles ou 96, 5 kilom. à l'heure. Enfin une autre circonstance qui recommande hautement les machines rotatives, pour ce service, c'est que ce modèle dispense d'arbres à manivelle, et par conséquent diminue beaucoup les chances d'accident qui peuvent survenir à cette pièce importante du mécanisme.

Pour jouir du plus grand avantage que puisse procurer l'expansion, on pourrait employer aussi des machines à double cylindre, et, comme les locomotives pneumatiques du modèle indiqué seraient extrêmement légères, comparées avec celles à vapeur de même force, on pourrait transporter sur la machine elle-même un chargement de marchandises ou de voyageurs, puisque le mécanisme occuperait peu de place, et qu'il ne présenterait aucun des dangers qui font redouter la vapeur.

Après avoir cherché à démontrer qu'on pourrait employer avec avantage les locomotives pneumatiques, j'exposerai en peu de mots quelques-unes des particularités qui recommandent ce système à l'attention publique:

De même que dans le chemin de fer dit atmosphérique, ce système est exempt des dangers et des inconvénients qu'on rencontre dans les machines locomotives à vapeur, et permet également d'employer la vapeur comme premier moteur, sous la forme la plus économique et la plus avantageuse; tandis qu'en travaillant par expansion, la machine pneumatique procurera un très-grand avantage dans l'économie de la force.

Il ne faut pas de valves de sections, ce qui obvie à l'une des difficultés pratiques qu'a présentées le chemin de fer atmosphérique, savoir, le passage du piston d'une section du tuyau dans une autre. L'absence de valves de sections présente d'autres avantages importants, parmi lesquels il faut citer la plus grande distance à établir entre les machines stationnaires. En effet, dans ce système, deux machines au lieu d'une peuvent agir sur la locomotive dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les points de sa course, et la distance de celle-ci à une machine stationnaire ne pourra jamais excéder la demi-distance entre deux machines. Par exemple, si les machines stationnaires sur les chemins atmosphériques sont distantes entre elles de trois milles, cette distance pourra être doublée avec le système pneumatique locomotif, et les machines peuvent y être placées à des distances de six milles avec un égal effet.

Dans le chemin atmosphérique, il n'y a que deux méthodes pour modifier la vitesse, ou pour arrêter le convoi; savoir, l'application des freins, qui comporte toujours quelque inconvénient, peut-être même des dangers quand le mouvement est rapide, ou l'admission de l'air en avant du piston, ce qui occasionne souvent une perte considérable de force. Dans le chemin pneumatique locomotif la vitesse peut être modifiée ou le convoi arrêté avec la même facilité qu'avec les locomotives ordinaires, simplement en réglant ou arrêtant le chargement de l'air dans les cylindres. Le mouvement peut également être renversé avec la même facilité.

La diminution considérable des risques d'une collision est un grand mérite dans le chemin atmosphérique, mérite qui, dans le système pneumatique, ne peut être atteint sans atténuer quelques-uns de ses avantages. Toutefois, ces risques, dans ce dernier système, sont beaucoup moindres qu'avec les locomotives ordinaires, puisque, lorsque deux convois iront à la rencontre l'un de l'autre, il ne sera pas difficile de s'en apercevoir au manomètre de la machine stationnaire, par l'introduction double de l'air qui se ferait alors dans le tuyau, et quelques dispositions mécaniques pourraient suffire pour arrêter l'un ou l'autre convoi, ou du moins, pour mettre à sa disposition les moyens de s'arrêter.

Dans le chemin atmosphérique, la marche en avant ne dépend pas de l'adhérence des roues à la surface sur laquelle elles roulent, et l'inclinaison de la route n'est bornée uniquement que par la force de traction exercée par le piston. C'est peut-être là un des avantages les plus remarquables du système; mais cet avantage est circonscrit dans certaines limites par les difficultés mécaniques et physiques. Pour profiter des facilités que présente ce mode de pouvoir monter sur des pentes plus roides, le chemin présentera sans doute, dans la plupart des cas, une série d'ondulations réglées d'un côté par la surface de niveau, sur laquelle le chemin est tracé, et de l'autre par la force de traction que le piston sera susceptible d'exercer; mais, quelque parfaites que soient les fontes, avec quelque exactitude que soient faits les assemblages, on ne peut pas supposer que le tuyau sera parfaitement cylindrique, son intérieur très-poli, et que le piston s'y ajustera assez exactement pour éviter toute fuite, car autrement on éprouverait une perte de force considérable par un frottement excessif. La perte d'effet, par ces fuites, est en raison inverse de la vitesse du piston, et, comme en s'élevant sur les pentes un peu roides, le piston devra marcher comparativement avec moins de vitesse pour obtenir le maximum d'effet de la traction, la perte de force qui aura lieu ainsi sera donc proportionnelle à l'inclinaison. De plus, avec des tuyaux de diamètre modéré, la force *maxima* du piston ne pourra pas surmonter au delà d'une certaine inclinaison avec des convois pesants, et des rampes escarpées seraient dangereuses à la descente, quoiqu'on pût épuiser l'air derrière le piston, de manière à retarder les effets de la gravitation.

On a dit que la machine pneumatique devrait agir par expansion pour obtenir la plus grande économie possible de force; mais sur une route il sera avantageux de travailler avec toute la pression, pour accroître la force de traction, accroissement qui serait d'ailleurs compensé par une admission réduite d'air dans les cylindres en descendant la contre-pente. Au besoin, les machines pourraient être disposées pour faire le vide à la descente sur les pentes roides, pour balancer en partie la gravité, et, de plus, on se servirait de ce vide comme d'une source équivalente de force.

On a prétendu que, sur les chemins atmosphériques, il n'y a pas perte de temps pour un nombre modéré de stations établies sur un parcours, en supposant un faible temps d'arrêt à chaque station, parce que pendant ce temps, la machine fixe ayant continué de faire le vide, le convoi, une fois qu'il a vaincu la force d'inertie, prend une vitesse plus grande qui s'éteint peu à peu jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre la force et la charge à transporter. Mais c'est là une spéculation théorique, et cet effet est beaucoup diminué dans la pratique par les fuites qui étant en raison inverse de la vitesse du piston, causent une perte réelle de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps et de force toutes les fois qu'on s'arrête. Avec le système pneumatique locomotif on obtient un ajustement parfait du piston avec le moindre frottement possible en employant, pour produire l'effet dynamique, des cylindres du travail le plus parfait, les fonctions du tuyau consistant uniquement à mettre ces cylindres en communication avec la machine pneumatique. De plus, en cas d'arrêt, il n'y a pas de fuite par les pistons, puisqu'il n'y a pas d'admission d'air dans la machine.

En cas d'une ligne double, le tuyau serait placé entre les lignes et porterait une soupape double s'étendant sur toute la ligne. D'après quelques expériences sur une petite échelle, je suis disposé à croire que ces soupapes, construites avec précision en matériaux élastiques imperméables, bien polis, ne donneraient que des fuites insignifiantes, sans être affectées en rien par les agents atmosphériques.

On pourrait croire qu'il se présentera quelques difficultés à cause du froid produit par la raréfaction de l'air; mais des expériences qui me sont propres et qui ont été faites avec des raréfactions de moitié et de trois quarts d'atmosphère, me font présumer que le mécanisme serait peu affecté par cette cause, qui, peut-être, serait balancée par la chaleur produite par le frottement.

Description du système de chemin de fer fonctionnant par l'air comprimé.

Par MM. Pecqeur, A. L. Bontemps et J. Zambaux.

Les fig. 11, 12, 13 et 14, pl. 59, représentent plusieurs vues, de l'un des éléments du tube réservoir d'air comprimé. Ce tube porte une tubulure carrée où s'adapte une soupape.

Fig. 11. Coupe longitudinale.
12. Vue en plan.
13. Vue en élévation d'un côté.
14. Vue aussi en élévation, mais d'un bout.

Ces 4 figures représentent en même temps sous plusieurs aspects la soupape, le porte-soupape *a* et le mécanisme au moyen duquel on peut faire ouvrir cette soupape en pressant sur la touche *b*. Elle s'ouvre du dehors en dedans de manière que l'air comprimé dans le tube tend à la tenir fermée, et ce n'est que lorsque la touche *b* est pressée en dessus, que la soupape s'ouvre pour laisser échapper de l'air du tube. Ce tube porte deux pattes de chaque côté pour servir à le caler sur les traverses qui portent les rails.

Fig. 15. Elle représente la soupape sur une échelle double.

Fig. 16. Coupe de la boîte de distribution. Cette boîte est armée d'un certain nombre de soupapes semblables, mais plus petites que celle fig. 15. Elle porte au-dessous et au milieu de sa longueur une tubulure dont la bride *a'* s'applique sur le porte-soupape *a*; c'est par cette tubulure que l'air comprimé passe du tube dans la boîte de distribution; *d* bande de tôle recourbée et attachée à une des lèvres de la boîte; *e* bande de cuir attachée à son autre lèvre. Ces deux bandes servent de couvertures à la coulisse *g* pour la garantir de la poussière, de la pluie, de la neige, etc.; car c'est dans cette coulisse que glisse une espèce de tiroir creux en dessus, et destiné à être entraîné par la locomotive. Le tiroir dans son mouvement fait ouvrir les soupapes à mesure qu'il les couvre, et l'air qui s'en échappe passe dans les machines de la locomotive, au moyen d'un conduit dont il sera question plus au long plus loin.

Fig. 17. Elle représente cette boîte, vue du côté des portes par lesquelles on peut travailler aux soupapes, soit pour les placer, soit pour les réparer.

Fig. 18. La même boîte vue en plan. Dans ces deux dernières figures, on n'a pas dessiné la couverture *d.e* représentée en profil dans la fig. 16.

Fig. 19. Deux des portes de la boîte de distribution. On est censé avoir enlevé ces deux portes pour laisser voir deux des soupapes placées dans l'intérieur de cette boîte. La boîte distributive est fermée à ses deux extrémités, d'où il résulte que lorsque les portes sont hermétiquement fermées, l'air comprimé qu'elle reçoit lorsque la touche *b* est pressée ne s'en échappe que par les soupapes de la coulisse *g*, et cela n'arrive précisément que lorsque le tiroir les couvre et qu'il est en position de recevoir cet air et de le diriger sur les pistons des machines.

Fig. 20, 21 et 22 représentent le tiroir en élévation de face, de profil et en plan. Ce tiroir a une forme telle qu'en passant dans la coulisse *g* de la boîte de distribution, il fait ouvrir le cuir *e* de la couverture qui se referme aussitôt qu'il est passé. Il porte une rainure longitudinale en-dessous indiquée par des lignes ponctuées, assez longue pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couvrir trois soupapes dans une certaine position, et toujours deux dans les autres positions qu'il prend dans sa course relativement à ces soupapes ; cette rainure ne va pas jusqu'aux extrémités, afin que placée dans la coulisse, il ne puisse s'échapper aucune partie d'air entre le tiroir et le fond de la coulisse.

Fig. 23. Coupe générale d'une fraction du tube réservoir, d'une fraction de la boîte distributive et du tiroir dans leur position d'action. La soupape de tube réservoir est ouverte pour laisser passer l'air comprimé du tube réservoir dans la boîte distributive pendant le passage du tiroir sur cette boîte. Deux soupapes de la boîte de distribution, couvertes par le tiroir sont aussi ouvertes pour laisser passer l'air comprimé de la boîte distributrice dans le tiroir. Au-dessus de ce tiroir et au milieu de sa longueur se lève une tubulure dont le creux correspond avec la rainure. Sur cette tubulure se fixe le tuyau *c*, destiné à conduire l'air comprimé du tiroir aux machines de la locomotive. Ce tuyau aura une partie élastique, soit en cuir, soit en caoutchouc ou en d'autres matières, afin qu'il puisse se prêter à toutes les vibrations de la voiture, sans les transmettre au tiroir qui doit glisser dans la coulisse *g* de la boîte distributive d'une manière parfaitement uniforme.

Fig. 24 et 25. Élévation de profil et de face du chemin où sont représentés dans leurs positions respectives le mécanisme qui met les machines des locomotives en rapport avec le tube réservoir, et la boîte de distribution avec ce tube réservoir, ainsi que l'assemblage des boîtes et tubes qui y aboutissent et en font le prolongement; aux deux extrémités, les rails et les traverses : ces traverses peuvent également supporter le tube au moyen de cales placées entre elles et les pattes du tube.

Au-dessous de la bride de la tubulure du tiroir est fixée une pièce *i*, à laquelle s'attache par des vis une autre pièce *j*, destinée à presser les touches *f f*, de la boîte distributrice. Cette dernière pièce *j* est montée de manière à pouvoir se fixer plus ou moins haut, afin de régler la pression qu'elle doit exercer sur les touches *f f*. La pièce *k k*, à laquelle est attaché le mécanisme des tiroirs, fait partie de la locomotive et marche, par conséquent, avec elle.

Sur cette pièce s'élève un châssis terminé en haut par une vis de pression qui sert à comprimer les ressorts arqués et posés l'un sur l'autre.

Ces ressorts pressent sur une traverse horizontale, guidée par les branches du châssis où elle peut monter et descendre. Aux extrémités de cette traverse sont fixées d'équerre deux lames *m m*, qui viennent dans des mortaises pratiquées au tiroir transmettre à ce tiroir la pression de ces ressorts.

Au moyen de ces ressorts, on établit une pression de la surface inférieure du tiroir sur celle du fond de la coulisse *g*, telle que les surfaces s'appliquent exactement et ne laissent entre elles aucun jour. On conçoit que, lorsque l'air comprimé arrive sous ce tiroir, il agit, pour le soulever, avec une force égale à sa tension ; d'où il résulterait qu'on serait obligé de tendre ces ressorts pour résister à cette force. Mais cette force est variable, parce que la pression varie dans l'intérieur du tube suivant la dépense des locomotives ; il faut donc l'équilibrer par une force constamment semblable. A cet effet, nous avons fait une espèce de soufflet qui, soumis intérieurement à la pression agissant sous le tiroir, presse sur ce tiroir autant qu'il est pressé en dessous, et par conséquent équilibre cette pression à tous les instants, et quelque variable qu'elle soit.

Ces lames *m m* sont flexibles et font ressort, afin que si la locomotive se portait un peu à droite ou à gauche par le jeu des collets des roues entre les rails, cette flexibilité permette au tiroir de suivre sa coulisse sans éprouver aucune contrariété dans sa position normale.

Pour compléter la liberté du tiroir lorsqu'il court dans la coulisse *g*, en y portant toujours à plat, les mortaises de tiroir, dans lesquelles entrent les lames *m m*, sont plus évasées au bord que dans le fond. Une cheville qui traverse le tiroir et chaque lame, empêche qu'il ne tombe aux passages à niveau et aux changements de voie où le tube rentre sous le sol, et où les boîtes de distribution sont supprimées comme on le verra plus loin. Ces mêmes chevilles servent encore à soulever le tiroir et la pièce *j* par le moyen d'une pression sur le levier *n*. Le conducteur de la locomotive n'aura qu'à presser sur ce levier toutes les fois qu'il jugera à propos de ne plus prendre d'air à la boîte, soit parce qu'il veut s'arrêter, soit lorsqu'il arrive à une pente qui lui donnerait trop de vitesse, soit enfin pour traverser l'espace sans boîte distributive des changements de voie, des embranchements ou des boîtes à niveau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

o o est une barre attachée à la locomotive et destinée à presser les touches *b b*, pour laisser passer l'air comprimé du tube dans la boîte distributive ; sa longueur doit être telle qu'elle presse la touche d'une boîte un peu avant que le tiroir y arrive, et qu'elle quitte la précédente un moment après que ce tiroir cesse de prendre l'air de la boîte correspondante. Il s'ensuit que plus cette barre pourra être longue, et plus on pourra faire longues les boîtes distributives, moins on mettra de soupapes intermédiaires entre le tube et les boîtes.

Les machines alternatives des locomotives ordinaires pourront être employées pour être mises en mouvement par l'air comprimé, comme elles le sont aujourd'hui par la vapeur. Il n'y aurait à supprimer que la chaudière et à substituer le tiroir et le mécanisme décrit ci-dessus ; mais les machines rotatives présentent sur les machines alternatives de notables avantages, qui sont : 1° des essieux droits et moins sujets à casser ; 2° elles donnent une impulsion égale à chaque mouvement de leur révolution ; 3° elles tiennent peu de place ; 4° on en peut mettre une à chaque essieu, ce qui permet de faire des locomotives légères, puisque, dans ce cas, tout leur poids concourt à donner l'adhérence nécessaire aux quatre roues pour entraîner le convoi sans glisser ; 5° elles donneront (le système Pecqueur surtout) un effet environ double avec la même dépense d'air comprimé, puisque les machines de ce système rendent environ 80 p. 0/0 de la force totale, quand les alternatives rendent à peine 40 p. 0/0.

Nous ne donnons pas de figure relative aux changements de voies, des passages de niveau, ou des embranchements. Il suffira de dire qu'ils pourront se faire comme dans les chemins de fer actuels. En ces endroits, le tube passera sous terre, et la boîte distributive y sera supprimée. Les convois traverseront ces points par leur mouvement acquis. Là où la boîte distributive sera interrompue, soit pour un changement de voie, soit pour un embranchement, ou bien aux deux bouts des lignes, c'est-à-dire aux embarcadères, la coulisse se terminera par un évasement qui permettra au tiroir d'y entrer sans choc et sans peine.

Dans les grandes lignes, il sera nécessaire d'avoir deux voies : une pour l'aller et l'autre pour le retour des convois. Dans ce cas, il sera bon que les deux tubes-réservoirs soient en communication par des tuyaux transversaux placés de distance en distance, et que chacun de ces tubes ait une fermeture au moyen de laquelle on puisse interrompre cette communication.

Il sera aussi utile d'établir de distance en distance des fermetures aux tubes réservoirs d'air comprimé, afin que s'il arrivait une réparation à faire à ce tube, ce qui n'est pas fort probable, on puisse séparer les parties à réparer du reste. Ces fermetures pourront être des robinets, des soupapes, des tiroirs. Par le moyen de ces fermetures, s'il arrivait qu'un tube, par un événement quelconque, se trouvât brisé, on se hâterait d'isoler cette partie du tube au moyen des fermetures les plus voisines du sinistre pour en faire la réparation. Par ce moyen le service continuerait à se faire non-seulement dans le reste du chemin, mais encore dans cette partie isolée que les convois pourraient franchir par leur élan. On comprend aisément que pour obtenir ce résultat il suffirait de rapprocher assez les fermetures pour que les convois pussent franchir l'intervalle de l'une à l'autre par leur élan.

Il est encore à remarquer que la pression continuerait à s'équilibrer dans les deux parties extrêmes d'un des tubes dans lequel le passage de l'air serait ainsi interrompu, et que cela aurait lieu quelle que fût la dépense d'air qui se ferait dans l'une et dans l'autre extrémité, et quelle que fût l'arrivée de l'air comprimé venant des moteurs fixes, plus grande dans une extrémité que dans l'autre ; cet équilibre de pression s'établirait nécessairement parce que l'air passerait d'une extrémité dans l'autre en franchissant l'espace isolé sur le tube de la voie voisine, et par les tuyaux transversaux qui mettent les deux tubes en communication.

Des pentes. On éviterait, comme on sait, dans la construction des chemins de fer des dépenses considérables de terrassements, de tunnels, de viaducs, si on avait un bon moyen pour faire monter les pentes aux convois. Le meilleur moyen, selon nous, serait celui qui, ne présentant aucun danger, commencerait à agir sur le convoi lorsqu'il arrive au pied de la montagne, le pousserait jusqu'au haut sans qu'il fût nécessaire d'arrêter ce convoi, ni même d'en ralentir la marche. Des locomotives à air, semblables à celles que nous venons de décrire, nous paraissent très-propres à atteindre ce but ; en effet, chacune d'elles ayant sa force et son adhérence propre, au moyen

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

desquelles force et adhérence elle pourrait entraîner un certain poids sans glisser sur les roues, viendra aider les locomotives à monter la pente, comme des chevaux de suppléments, qu'on attelle à une voiture au bas de la côte, aident cette voiture à monter la côte.

Dans la construction des chemins de fer on peut avoir besoin d'établir des pentes plus ou moins rapides qui nécessiteront plusieurs ou une seule locomotive supplémentaire. Si la montagne était telle qu'elle nécessitât plusieurs locomotives supplémentaires, deux par exemple, il est clair qu'on y dépenserait trois fois autant d'air que dans la plaine, et qu'il est très-important que l'air puisse y arriver avec la plus grande facilité possible. Voici comment nous entendons installer nos locomotives supplémentaires au pied de la côte ou de la montagne : nous ferons un embranchement à la voie montante, sur lequel viendra ou viendront stationner les locomotives supplémentaires, en attendant les convois qui doivent monter. Le bout du chemin d'embranchement aurait son tube à air en communication avec celui du chemin s'il n'était qu'à une seule voie, ou bien avec ceux des deux voies s'il était à double voie. Ce bout d'embranchement sera d'une certaine longueur, afin que la locomotive ou les locomotives supplémentaires puissent commencer à se mettre en mouvement à l'approche du convoi, de manière à avoir à peu près acquis la vitesse du convoi lorsque celui-ci l'aura dépassé. Elle entrera ou elles entreront sur la voie ordinaire en suivant le convoi de près, et viendront pousser le convoi par derrière. Après l'avoir poussé jusqu'en haut, elles viendront stationner dans l'embranchement jusqu'à ce qu'il arrive un autre convoi. On conçoit que les locomotives à air, semblables à celles du chemin, ne dépenseront de l'air comprimé que pendant les courts instants qu'elles aideront les convois à monter; car pour redescendre, elles n'en auront besoin que pour revenir à la pente si elles l'avaient dépassée. Dans les pentes elles descendront par leur poids, et même dans certaines pentes il faudra modérer la vitesse, soit par la pression atmosphérique contre les pistons de leurs machines, soit au moyen du frein; puis, quand elles attendront un convoi, elles ne dépenseront plus rien jusqu'à l'approche d'un nouveau convoi qu'il faudra aider à monter à son tour. Ce moyen nous a paru préférable à tous ceux que nous avons pu imaginer, comme étant le moins dispendieux à établir, et le plus sûr dans ses résultats.

Des courbes. Pour le passage des parties courbes du chemin de fer que nous venons de décrire, il suffira que le tiroir ait sur les côtes un peu de jeu dans la coulisse g des boîtes distributrices. Nous avons calculé qu'un millimètre de jeu suffirait pour une courbe dont le rayon serait de 250 mètres. Au moyen de ce jeu, le tiroir, quoique droit, pourra glisser facilement dans la coulisse courbe sans pouvoir s'y engager. Ce jeu pourra être donné de deux manières, soit en faisant dans les courbes la coulisse g plus large, soit en faisant le tiroir plus étroit que les coulisses des parties du droit chemin.

Du graissage de la coulisse. Comme dans notre système il sera nécessaire que le tiroir, fig. 20, 21, 22 et 23, glisse avec la plus grande facilité possible dans la coulisse g, il faudra que cette coulisse soit toujours bien graissée. Pour atteindre ce but on pourra d'abord graisser la coulisse avec un pinceau, à mesure qu'on mettra les boîtes distributrices en place sur le chemin; puis on pratiquera aux deux extrémités du tiroir de haut en bas, une burette laissant tomber l'huile pendant la marche du tiroir, qui l'étendra en avançant.

Moyen pour s'opposer au passage de l'eau liquide dans les cylindres des machines à vapeur.

Tout le monde sait que les Anglais ont désigné par les mots de *priming* ou *flushing* un phénomène qu'ils paraissent avoir observé les premiers, et qui consiste dans le passage de l'eau liquide ou en nature dans les cylindres des machines à vapeur, où cette eau est entraînée probablement sous forme globulaire ou vésiculaire par la vapeur de la chaudière, au moment où elle s'élance avec une extrême vitesse dans le cylindre. Ce passage de l'eau liquide donne lieu, ainsi qu'il est facile de le comprendre, à une perte réelle de combustible et de force pour activer les pompes d'alimentation, etc., et est en même temps la source de quelques autres inconvénients qu'il convient d'éviter le plus qu'il est possible. Jusqu'à présent le seul remède qu'on ait apporté à cette action particulière de la vapeur a consisté pour les grandes machines fixes, dans la manière de diriger le feu sous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les chaudières, et dans la capacité un peu considérable qu'on a donnée à celles-ci; mais ces moyens ne sont pas toujours applicables, et d'ailleurs ce sont plutôt des palliatifs que des remèdes directs à la chose elle-même. M. D. Napier a cru qu'il était possible d'arriver à une solution meilleure de ce problème, et à cet effet il recouvre la surface de l'eau dans la chaudière ou le générateur avec une ou plusieurs couches, suivant le cas, de corps flottants, telles que des sphères creuses de métal auxquelles il donne un diamètre de 30 à 36 millimètres. L'effet de ces sphères est, selon lui : 1° d'apaiser le bouillonnement de l'eau et d'empêcher celle-ci d'être enlevée en quantité considérable avec la vapeur; 2° d'intercepter au moyen de la rangée supérieure de ces sphères le soulèvement des moindres particules d'eau liquide, et par conséquent de fournir de la vapeur comparativement sèche pour le service du cylindre de la machine.

Appareil pour empêcher l'introduction de l'eau dans les cylindres des machines à vapeur.

Par M. W. Hall, ingénieur.

Un inconvénient bien plus grave qu'on ne pense, et auquel il importe d'apporter un remède dans le travail des machines à vapeur, est l'introduction dans les cylindres de l'eau en nature que la vapeur entraîne dans son évaporation et son rapide passage. Ce transport de l'eau produit en effet une perte de force, la consommation sans utilité d'une portion du combustible, une usure rapide des surfaces du tiroir, des pistons et des cylindres, et a même occasionné par fois dans les machines de navigation maritime, en dépit des précautions qu'on avait prises de placer des soupapes de sûreté au sommet et au fond des cylindres, la rupture des balanciers, des traverses, des bielles, etc.

M. W. Hall propose pour prévenir ces graves résultats un appareil qu'il nomme *séparateur*, et dont les fig. 18 et 19, pl. 58, pourront donner une idée. La fig. 18 est une section d'une chaudière à chambre de vapeur armée d'un séparateur, et la fig. 19 une vue extérieure du séparateur lui-même.

A, chaudière; B, chambre de vapeur; C, séparateur; D, tuyau de vapeur se rendant à la boîte de distribution; E, enveloppe extérieure du séparateur, boulonnée sur le couvercle de la chambre de vapeur; F, cylindre moyen surmonté d'un fond concave et assujetti sur E par des boulons d'assemblage et d'écartement L; G, tuyau de vapeur appuyé sur le fond de E et s'élevant dans le cylindre renversé F jusqu'à la distance de 8 centimètres de son fond concave; HH, tuyaux soudés sur le fond du cylindre E d'environ 5 centimètres de diamètre, et descendant dans l'eau de la chaudière de chaque côté du carneau; I, espace annulaire compris entre le tuyau G et le cylindre renversé F; K, autre espace annulaire entre ce dernier cylindre et celui intérieur E, et qui conduit au tuyau de vapeur D.

Les dimensions du séparateur appliqué à la chaudière d'une machine de la force de 20 chevaux sont les suivantes :

	mèt.		mèt.
Cylindre extérieur E, diamètre.	0.48	Longueur.	0.75
Cylindre intérieur F	0,28	. . . . .	0.58
Tuyau de vapeur G	14	. . . . .	0.58

Le cylindre renversé F s'arrête à 8 centimètres du fond de E, d'où partent les tuyaux de retour d'eau HH.

Voici comment on se rend compte du jeu du séparateur.

Le tuyau G présente une surface de 154 centim. carrés, l'espace annulaire, descendant I une surface de 462 centimètres carrés, et celui ascendant K une surface de 1194 centim. carrés. Dans ce cas les vitesses de la vapeur dans ces conduits sont en raison inverse des nombres 154, 462 et 1194, et à mesure que la vitesse de la vapeur et de l'eau qui lui est mélangée décroît, l'eau influencée par la gravité retombe au fond du cylindre E et retourne à la chaudière par les tubes HH.

Il faut avoir soin de faire le tube G d'un diamètre un peu plus grand que le tuyau de vapeur D, de façon que la pression dans le séparateur soit en tout temps égale à celle dans la chaudière, autrement l'eau ne s'écoulerait pas librement par les tubes HH, qui doivent avoir d'ailleurs un diamètre suffisant pour laisser passer facilement cette eau à la chaudière.

Un appareil de ce genre appliqué en 1834 a fonctionné très-bien depuis cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

époque; seulement, au bout de 18 mois, l'eau ayant commencé à être lancée par intervalles dans le cylindre lorsque la vapeur avait beaucoup de tension, il faisait en même temps entendre un choc très-sensible sur le tuyau de vapeur. En examinant le séparateur, on trouva les tubes H engorgés par des incrustations. Après les avoir nettoyés, le service recommença comme auparavant.

Le séparateur est en tôle d'une faible épaisseur, et les tubes H en cuivre.

Nouveau propulseur pour les bateaux à vapeur.

Par M. Boulinier, conducteur des ponts et chaussées.

La question de savoir si les bâtiments à vapeur sont susceptibles de remplacer les bâtiments à voiles dans tous les cas ne semble pas avoir été résolue d'une manière bien nette. Elle dépend entièrement du mode de transformation de la force motrice qui met en mouvement les bâtiments; et en réfléchissant à cette circonstance, j'ai pensé que les propulseurs employés jusqu'à ce jour sont loin de remplir le but auquel on pourrait atteindre, et qu'il serait possible de les remplacer par un autre organe de nature à se rapprocher beaucoup plus du maximum d'effet utile auquel on doit tendre. Mais avant d'entrer dans les détails qui se rapportent au propulseur que nous voulons proposer, qu'il nous soit permis d'examiner en quelques mots ceux actuellement en usage. Par cet examen, nous mettrons en mesure de juger si nous avons bien établi les inconvénients qu'ils présentent et les moyens d'y remédier.

Les roues à aubes sont assez généralement employées par la navigation. Leur volume considérable, leur emplacement sur les flancs des bâtiments, donnent souvent naissance aux inconvenients les plus graves. Le choc violent avec lequel elles frappent l'eau lors de l'immersion des aubes, l'eau que ces aubes soulèvent à leur sortie occasionne une perte de force considérable, perte qu'on évalue jusqu'à 0.60 de la force dépensée. C'est donc à faire disparaître cette perte que doivent tendre toutes les améliorations à introduire.

Quant à la position actuelle des roues, il sera peut-être difficile, pour les bâtiments maritimes, de remédier à l'état de choses actuel; mais sur les rivières, nous croyons la chose praticable.

Les difficultés qui résultent de cette position ont fait songer à substituer aux roues à aubes la vis d'Archimède placée dans le corps même du navire. La première question posée plus haut serait donc ainsi résolue; mais en est-il de même de la deuxième? Loin de là, ce mode de transmission est encore de nature à consommer une portion de de l'effet utile; et d'après les détails que nous avons pu recueillir sur cette application de la vis d'Archimède, il s'ensuivrait que son diamètre n'étant au plus que de 2 mètres, il y aurait nécessité de lui imprimer une vitesse considérable, qu'on porterait jusqu'à 240 révolutions par minute. De plus, si on n'a qu'un seul filet spiral, la pression est insuffisante, et plusieurs spirales s'opposent à l'introduction de l'eau dans la machine, qui trouve alors moins de points d'appui. De là cette vitesse excessive qu'on est forcé de donner à ces organes mécaniques, et par conséquent cette dépense de force vive faite en pure perte, sans tenir compte de beaucoup d'autres inconvénients qui se présentent: en sorte que la vis d'Archimède nous paraît encore moins susceptible qne les roues à aubes de permettre aux bâtiments à vapeur des voyages lointains.

Un troisième mode de propulsion a aussi été proposé depuis quelques années, sous le nom de *palmipède*, c'est-à-dire imitant les pattes des oiseaux aquatiques. Ici ce n'est pas seulement par des raisonnements que nous dirons que ce sytème est le plus mauvais de tous; l'opinion que nous avons pu nous en former ne repose, au contraire, que sur des faits. Nous avons fait établir nous-mêmes une machine de ce genre qui ne laissait rien à désirer sous le rapport de l'exécution, et avec laquelle nous n'avons pu obtenir tout au plus que les 0.25 de la force dépensée. Ce faible résultat s'explique assez bien, d'une part par le choc qui a lieu comme dans les roues à aubes, de l'autre par le retour dans l'eau de deux des rames en sens contraire pendant que les deux autres sont en action; et enfin l'inertie que la machine doit vaincre à chaque instant par suite d'un mouvement de va-et-vient. Telles sont les causes qui diminuent l'effet utile de la machine, et la rendent, plus que toute autre, inadmissible.

Comme on le voit, tous les efforts tentés jusqu'à ce jour pour obtenir le maximum d'effet utile dans un propulseur employé à mettre en mouvement des bâtiments à vapeur ont été sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résultats satisfaisants; en sorte que la question reste encore entière à résoudre.

Voyons maintenant par quel moyen il serait possible d'arriver au but qu'on a jusqu'à présent inutilement cherché.

Il est constant que le mode de transmission le plus économique est celui qui est emprunté au mouvement de rotation, et pour éviter les difficultés que présente toute autre position, ce mouvement doit avoir lieu dans le sens vertical. Or les roues à aubes, si on fait abstraction des inconvénients dont nous avons parlé plus haut, seraient préférables à tout autre système, si on faisait disparaître les inconvénients qu'elles présentent, et la question du maximum d'effet du propulseur à employer se trouverait résolue.

Il s'agit donc de trouver un système de roues agissant comme les roues à aubes actuelles, avec cette différence que les aubes ou ce qui doit en tenir lieu ne frappent pas l'eau ni ne la soulèvent pas comme ces dernières.

Ce résultat sera incontestablement atteint en donnant aux aubes la courbure indiquée par la fig. 30, pl. 57. Dans cette figure, la roue est supposée formée de deux pièces de chacune $0^m.36$ de largeur, sur lesquelles sont fixées les aubes courbes. Le diamètre de cette roue est de $3^m.60$; les courbes qui partent de la circonférence extérieure pour arriver à la circonférence intérieure des joues sont comprises sous un angle de 60^o, et tracées pour un rayon de $1^m.63$, qui est celui de la roue elle-même jusqu'au milieu de la largeur de ses joues.

Au moyen de cette disposition, il est clair que les aubes en tôle, au moment de leur immersion ou de leur sortie ne devant présenter que leur tranchant, ne peuvent produire aucun choc sur l'eau ni la soulever par derrière, comme cela a lieu actuellement, ce qui annule la perte de force de ces deux circonstances.

Ces aubes courbes n'offriront pas, il est vrai, une pression égale à celle des aubes verticales ou dans la direction du rayon, et on pourrait craindre qu'il n'en résultât l'inconvénient que nous reprochons à la vis d'Archimède, c'est-à-dire qu'il faudrait imprimer à ce mécanisme une vitesse bien supérieure à celle de la marche du bâtiment; mais les explications qui vont suivre suffiront pour faire disparaître toute objection.

Il importe surtout que le propulseur que nous proposons ne soit pas plus volumineux, et par conséquent n'offre pas beaucoup plus d'obstacles que les roues actuelles. D'après cela, examinons quelle peut être la résistance des aubes courbes à leur passage dans l'eau, comparée à celle des aubes droites, toutes choses étant égales d'ailleurs.

Les aubes courbes étant disposées sous un angle de 60^o, et tracées sur un rayon de $1^m.62$, ont pour développement 1/6 de la circonférence décrite aussi par ce rayon : soit $1^m.696$; elles représentent un plan incliné dont la base serait $1^m.696$, et la hauteur $0^m.36$. En soumettant ce plan incliné aux calculs de la gravité, on trouve que la résistance d'une aube courbe ne doit être que les 0.208 d'une aube droite. Mais avec les aubes actuelles, il y a nécessité de réduire leur nombre autant que possible pour limiter la perte de force résultant du choc. Avec les aubes courbes, au contraire, rien ne s'oppose à ce que leur nombre soit augmenté, et en le supposant seulement double de ce qu'il est actuellement, la résistance des aubes courbes peut aussi être double de celle indiquée plus haut, soit les 0.416 des aubes droites. Cela posé, supposons la vitesse des roues actuelles de $5^m.65$ par seconde (30 tours par minute), et la marche du bâtiment les 0.75 de cette vitesse. La résistance des aubes devant croître comme le carré de la vitesse, il n'y aura besoin pour les aubes courbes que de leur imprimer une vitesse de $8^m.76$ pour racheter la différence de pression qu'elles présentent en moins, comparativement aux aubes droites. Mais cette vitesse de $8^m.76$ est précisément celle nécessaire ou à peu près au nouveau propulseur que nous proposons. En effet, avec l'emploi des aubes courbes, il y a suppression d'une perte de force évaluée, comme nous l'avons dit plus haut, aux 0.60 de la force dépensée; la vitesse de la marche du bâtiment doit donc s'accroître dans la proportion correspondante, ou comme le carré de la vitesse du premier bâtiment est au carré de la vitesse du second. D'après ce principe, la marche du bâtiment dans le dernier cas sera de $6^m.70$, qui n'est aussi, supposons comme plus haut, que les 0.75 de celle des roues qui lui impriment le mouvement : en sorte que la vitesse des mêmes roues peut être de $8^m.93$, vitesse qui est supérieure à celle indiquée comme nécessaire aux aubes courbes pour agir avec une pression égale à celle des autres roues.

En résumé, nous ne voulons pas exa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gérer l'importance du propulseur à aubes courbes dont nous proposons l'adoption, en disant qu'il peut être employé avantageusement dans tous les cas possibles. Nous dirons même que ce qui doit le faire préférer à tous les propulseurs connus, notamment aux roues à aubes ordinaires, c'est qu'il n'exige pas le même emplacement que ces dernières roues, n'occasionne pas la perte de force considérable qu'on reproche à celui-ci, cause qui rend peut-être encore problématique la substitution des bâtiments à voiles par les bâtiments à vapeur pour les voyages les plus lointains.

Perfectionnement dans le mécanisme des propulseurs à vis d'Archimède.

Par M. J. Maudslay.

La principale difficulté qu'on éprouve aujourd'hui pour adapter plus généralement qu'on ne l'a fait jusqu'à présent les propulseurs en forme de vis à la navigation, provient de la grande différence qui existe dans la vitesse des manivelles de la machine à vapeur et celle qu'on suppose qu'il est nécessaire d'imprimer à l'arbre de la vis. Quelques constructeurs ont tenté de surmonter cette difficulté, en interposant un engrenage, d'autres ont cru qu'on réussirait mieux à l'aide de tambours unis et de courroies; mais d'abord on s'est plaint du bruit considérable que font les roues dans la première disposition, et du danger toujours imminent de voir sous des efforts un peu considérables se produire des avaries irréparables; ensuite, relativement à la seconde disposition, quoique moins bruyante, on lui a reproché le glissement des courroies sur les tambours et la rupture quelquefois soudaine de celles-ci. D'autres ingénieurs, et M. Grantham à leur tête, ont soutenu qu'on pouvait réduire la vitesse de l'arbre de la vis, et la ramener à n'être pas plus grande que celle de l'arbre de la machine en augmentant le diamètre de la vis. Dans ce cas on communiquerait directement l'effort de la machine à l'arbre de celle-ci.

M. Maudslay s'est contenté pour le moment de perfectionner le tambour et le plan sur lequel roule la courroie, de façon non-seulement que l'appareil fît le moins de bruit possible, mais se trouvât également exempt des inconvénients qui viennent d'être signalés. A cet effet au lieu d'un tambour uni, il fait usage d'un tambour cannelé, et au lieu de passer une seule fois la courroie autour du tambour, il la fait circuler plusieurs fois dans des cannelures ménagées à cet effet. Voici quelques détails à ce sujet.

L'arbre de la manivelle de la machine à vapeur ou des manivelles, s'il y a plusieurs machines, est disposé parallèlement à la longueur du bâtiment. Cet arbre est prolongé par un autre dans le même plan, qui porte un tambour sur le quel on a pratiqué un certain nombre de cannelures. L'arbre du propulseur, ou plutôt d'un prolongement qu'on établit parallèlement à lui, porte un tambour plus petit, cannelé de même, et une corde sans fin, jetée d'abord sur la première cannelure du grand tambour vient embrasser le petit, remonte sur le premier, et ainsi de suite respectivement en passant par toutes les cannelures successives des deux tambours. La corde arrivée à la dernière cannelure du petit tambour est rejetée sur deux poulies de renvoi qui la ramènent à la première cannelure du grand, après avoir fait ainsi un circuit complet. Pour que cette corde sans fin ait toujours une tension convenable, on a disposé un troisième cylindre cannelé de petit diamètre, parallèlement au deux autres qui porte plus ou moins sur la corde, dans ses diverses circonvolutions, suivant qu'on fait avancer ou reculer son axe qui est mobile à volonté sur des leviers qu'on lève et abaisse à l'aide de deux vis. Ce cylindre fait l'office de rouleau de tension.

Quand on change la corde, il faut en réunir les deux bouts par une épissure de manière quelle soit tendue dans les cannelures sans interventien du cylindre de pression; ce n'est que lorsqu'elle s'allonge et devient lâche peu à peu, qu'on a recours à l'action de ce dernier, pour la remener à la tension convenable.

Dans les bâtiments construits jusqu'à présent avec propulseurs à vis, ceux-ci sont placés dans une ouverture faite dans les courbes de remplissage en avant de l'étambot qui porte le gouvernail. On a supposé qu'il était désavantageux que le gouvernail se trouvât ainsi dans les eaux ou le sillage de la vis, et que les deux pièces devaient se nuire réciproquement; en conséquence, M. Maudslay propose de fixer la vis derrière l'étambot; c'est-à dire dans la position occupée actuellement par le gouvernail, et de substituer à cette dernière pièce, qui est ordinairement unique, deux gouvernails placés au dessous des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

barres d'arcasse ou de la galerie et un peu en avant du propulseur. Ces deux gouvernails peuvent être employés séparément ou concurremment, comme on le désire. C'est aux marins à décider si cette disposition présente la securité convenable.

Télégraphe électro-typographique.

Depuis la découverte qui a été faite que la terre, dans le circuit galvanique pouvait servir de conducteur, on a cherché à appliquer ce fait à la simplification de la télégraphie électrique. M. Bain, en Angleterre, paraît être le physicien qui s'est occupé avec le plus de succès de ce sujet, et on annonce qu'il vient de terminer un appareil télégraphique d'un nouveau système, qu'il a appliqué au *south Western railway* et qui a excité un grand intérêt. L'appareil transmet les signaux à une distance de six milles (près de 1 myriamètre) d'une manière rapide et certaine, et imprime en même temps la dépêche, pendant qu'on la transmet.

Cette invention présente quelques particularités qui méritent qu'on entre séparément dans des détails avant qu'on puisse se former une idée bien nette de leur effet commun.

1° On sait actuellement que si on établit une communication métallique dans une certaine direction entre les parties situées à distance d'un appareil électro-moteur, l'eau ou la terre humide peuvent servir, soit à la transmission, soit au retour du courant électrique qui s'établit; c'est un fait aujourd'hui acquis à la science, mais M. Bain lui a donné un nouveau développement. Dans le cas connu, la terre était simplement considérée comme un milieu propre à *transmettre* le fluide électrique. M. Bain a découvert qu'une épaisseur considérable de terre humide pouvait être amenée à *générer* une suffisante quantité d'électricité pour faire agir un télégraphe en enfouissant simplement dans la terre ou plongeant dans l'eau, aux deux points extrêmes et distants entre eux, des surfaces suffisamment étendues d'un métal positif ou négatif qu'on ferait communiquer entre eux par un fil isolé.

C'est de cette manière qu'on obtient la force électrique qui met en action le télégraphe de M. Bain.

Une plaque de cuivre étant plongé dans l'eau à Londres, et une plaque de zinc étant de même plongée dans ce liquide à la station du chemin de fer, distance de 6 milles, on a fait communiquer ces deux plaques à l'aide d'un simple fil de cuivre, et on s'est trouvé ainsi complétement dispensé de toute batterie galvanique.

Nous pouvons ajouter que M. Bain a remarqué que plus est considérable l'étendue de la masse de terre humide qui se trouve interposée entre les surfaces métalliques, plus aussi le courant électrique qu'on obtient est intense quoiqu'en quantité moindre.

M. Bain a aussi observé que cette électricité terrestre était très-constante dans son intensité. Il a trouvé que le télégraphe peut être mis en action avec des plaques métalliques de seulement 26 centimètres carrés chacune, ce qui fait 52 centimètres carrés de surface de terre, mais les plaques actuellement employées au chemin de fer, ont 930 centim. carrés chacune.

2° Les télégraphes électriques ont été principalement jusqu'ici mis en action immédiate par la force de déviation qu'exerce le courant galvanique d'après le principe suivant. Si une aiguille oscillant librement sur un centre est placée au milieu d'un fil enroulé et isolé, formant un grand nombre de tours et de telle manière qu'elle soit parallèle au plan que font les tours du fil, et puisse se mouvoir en cet état à droite ou à gauche, et qu'alors on fasse passer un courant électrique à travers le fil, on sait que l'aiguille sera déviée de sa position primitive, et que cette déviation aura lieu soit à droite soit à gauche suivant la direction que suivra le courant dans sa marche à travers le fil.

On a fait une foule d'inventions pour transmettre, à l'aide du mouvement et de la direction imprimée ainsi à diverses aiguilles, une dépêche qu'on se proposait de communiquer par voie électro-télégraphique. Les indications dépendaient de l'étendue de la déviation des aiguilles par l'action immédiate de la force galvanique. Dans quelques cas aussi on s'est servi d'un poids pour mettre la machine en mouvement, et le mouvement ainsi obtenu était interrompu en faisant entrer en action les pièces d'un appareil électro-magnétique placé à une autre station, distante de la première, et communiquant avec un appareil correspondant à la station d'où le signal devait partir.

Dans le nouveau télégraphe de M. Bain la machine est aussi mue par des poids, mais son mouvement est arrêté par une détente, jusqu'à ce qu'une interruption dans le courant galvanique la mette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en liberté, à la volonté de l'opérateur qui est à l'autre station.

La force n'est point ici dans le courant galvanique, mais dans le poids, et le courant n'a pas besoin d'avoir plus d'énergie que celle qui est nécessaire pour mouvoir la détente régulatrice soumise à une très-faible pression.

Chaque système télégraphique, d'après le plan de M. Bain, consiste en un seul fil, et des plaques ainsi qu'on l'a expliqué ci-dessus. Il y a deux machines exactement semblables, placées chacune à l'une des deux stations entre lesquelles on veut établir une communication. Les machines elles-mêmes font partie du circuit métallique entre les plaques. Tant que le courant électrique s'écoule sans interruption, la machine reste en repos, retenue qu'elle est par la détente, mais au moment où le circuit est interrompu, la détente opère un léger mouvement de rotation, qui dégage un mouvement d'horlogerie, et aussitôt la transmission de la dépêche commence.

C'est avec raison, nous pensons, qu'on a préféré mettre le repos et non pas le mouvement du mécanisme sous la dépendance de la permanence du courant, puisque toute altération dans l'appareil électrique se trouve ainsi immédiatement révélée, lorsqu'on veut mettre la machine en action.

L'appareil électro-magnétique qui est employé uniquement pour mettre la détente en action, est construit ainsi qu'il suit :

Une tige mince verticale, porte un barreau de laiton à chacune des extrémités duquel est fixé par le milieu de sa longueur un aimant demi-circulaire. Les extrémités des deux aimants sont presque en contact, et ces aimants eux-mêmes complètent à peu près un cercle dont la tige est le centre. Deux bobines de bois isolées et fixées sur le bâti de la machine, sont percées suivant leur longueur d'un trou d'un diamètre suffisant pour permettre aux aimants de pénétrer sans les toucher. Ces bobines portent les tours du fil métallique qui sert à voiturer le fluide électrique. Elles sont placées concentriquement relativement aux aimants, et de telle façon que les extrémités de ces derniers se rencontrent au centre de leurs cavités centrales.

Lorsque le courant électrique parcourt les tours du fil métallique, les aimants avec leur tige décrivent un petit arc suivant une certaine direction, et aussitôt que le courant est interrompu, la force du courant cessant d'agir dans le fil, un aimant constant, placé à une petite distance, ramène les aimants électriques avec leur tige à leur position originale. Une renflement ménagé sur cette tige remplit les fonctions d'une détente, attendu qu'il est entaillé d'un côté presque jusqu'au centre ; l'extrémité d'un long levier très-léger, soutenu par l'un des derniers arbres du mouvement d'horlogerie et qui par conséquent bascule rapidement, s'appuie sur ce renflement de la tige dans une de ses positions et s'échappe par l'entaille dans l'autre.

Chaque machine est composée de trois parties, savoir : celle qui transmet le mouvement à une aiguille semblable à celle d'une horloge, celle qui, lors de l'indication d'un signe ou caractère transmis, fait résonner une sonnette, et enfin celle qui imprime le caractère.

Supposons comme exemple que la machine entre en action après qu'on a pris les dispositions électriques nécessaires pour rendre libre la détente. On remarque d'abord que l'aiguille tourne sur un cadran et que sa pointe franchit neuf caractères, signes ou figures, un zéro, un gros point, un espace vide et son point de départ, disposés en cercle sur un cadran. On observe ensuite que l'aiguille s'étant arrêtée sur un signe ou un caractère quelconque par l'interruption du circuit électrique, les pièces qui la font mouvoir s'arrêtent, et on voit aussitôt commencer le rôle des pièces résonnantes, et dès que celles-ci ont frappé sur un timbre à ressort, l'appareil d'impression entre en action pour laisser l'empreinte du signe ou du type à la quelle la machine s'est arrêtée sur une feuille de papier enroulée autour d'un cylindre tournant, placé à la gauche du mécanisme. Ce jeu se répète pour chaque signe, type ou caractère ou un nombre quelconque d'entre eux suivant qu'on l'a jugé nécessaire.

Lorsque la phrase est terminée, le point se trouve de même imprimé sur le papier, et après avoir attendu une demi-minute, la machine repart comme d'elle-même, mais en réalité par l'action des préposés à l'autre station, et les mêmes mouvements sont répétés par l'aiguille qui s'arrête sur chacune des figures, les imprime comme précédemment après avoir agité la sonnette comme ci-dessus.

La même interruption dans le courant électrique qui arrête la machine à l'une des stations, en suspend également le mouvement au même instant à l'autre station, et comme les aiguilles des deux machines sont, à l'origine, réglées l'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur l'autre et tournent ensuite avec des vitesses égales, il est clair que le signe, type ou figure sur lequel l'une d'elles s'arrête, sera également indiqué au même instant par l'autre.

L'impression s'effectue à l'aide de types ou caractères, enchâssés en saillie à l'extrémité des rayons sur la surface convexe d'une roue. Ces types sont disposés sur cette surface de façon telle, et la roue est conduite de telle sorte par le mécanisme qui fait marcher l'aiguille, que lorsqu'un signe est indiqué sur le cadran, le même signe est présenté par la roue au papier qui doit en recevoir l'empreinte. En ce moment la roue des types est poussée en avant, et le type s'imprime sur le papier.

Les deux machines, avons-nous dit, sont absolument semblables. La vitesse de leur rotation est réglée par de petits régulateurs à boules semblables à ceux des machines à vapeur, et il est indispensable que ces machines soient aussi exactement d'accord qu'il est possible sous ce rapport. Toutefois s'il y avait à craindre quelque erreur dans cette portion du mécanisme ou dans toute autre, de manière que les deux machines n'indiquassent pas la même figure, on le découvrirait à l'instant par la disposition suivante.

La machine, si on l'abandonnait à elle-même, s'arrêterait sur l'une quelconque des figures ou des espaces, et c'est ce qui aurait lieu tant que les préposés maintiendraient en ordre le circuit métallique convenable; mais à cela il y a un obstacle, c'est celui que présente l'espace vide du cadran dont nous avons parlé, et qui forme une partie du cercle suivant lequel les signes sont disposés; là, la machine ne s'arrête plus d'elle même. Or, si les deux machines arrivent à cet espace en même temps, elles le franchiront sans s'y arrêter, mais si l'une d'elles s'arrête sur cet espace, tandis que l'autre indique une des figures, alors le préposé à la première machine, s'apercevra immédiatement par cette pause à contresens sur l'espace vide, que les instruments ne sont pas d'accord.

Il est très-facile de s'assurer quelle est la figure à laquelle l'aiguille de l'une des machines devra pointer pour être d'accord avec l'autre, puisqu'on reconnaît immédiatement la figure que l'aiguille franchit sans s'arrêter spontanément quand on l'abandonnera à elle-même.

Ce télégraphe nouveau et éminemment ingénieux, a fonctionné dans les épreuves avec une exactitude parfaite relativement à son mécanisme et à ses indications. L'inventeur semble avoir pris toutes les précautions imaginables, pour que les erreurs ne puissent se propager sans être découvertes, et pendant 18 mois que ce télégraphe a été appliqué au chemin de fer en question, il a marché de la manière la plus satisfaisante. L'importance de la découverte physique sur laquelle repose son action particulière ne saurait être contestée, et la disposition tant des effets produits que des détails du mécanisme, mérite l'attention des compagnies de chemin de fer. L'appareil est remarquable par sa simplicité, et ce mérite, non-seulement se retrouve dans les pièces mécaniques qui sont constamment sous les yeux, commodes à vérifier et à inspecter et faciles à réparer, mais aussi dans le circuit électrique, qui ne se compose ici que d'un seul fil auquel il faut nécessairement attribuer toute erreur ou absence de transmission, dans le cas où il en surviendrait quelqu'une, ce qui met un terme aux pertes de temps, incertitudes, etc., etc., occasionnées par ces mêmes circonstances sur une ligne de télégraphie électrique ordinaire, où les communications s'opèrent à l'aide de plusieurs fils. Son faible prix comparativement, sa manœuvre facile, sont aussi de puissantes recommandations; mais un mérite plus grand peut-être encore, c'est l'uniformité de son action qui repose comme on l'a vu, non pas sur des batteries dont la force est sans cesse variable, mais sur l'électricité même de la terre.

Rapport fait à l'Académie de l'Industrie sur les grands appareils de chauffage de M. Léon Duvoir-Leblanc.

Par M. F. Malepeyre.

Le comité des manufactures de l'Académie, ainsi que plusieurs membres de notre société, ont suivi depuis longtemps, avec une vive sollicitude, le développement prodigieux que M. Léon Duvoir-Leblanc a donné en peu d'années à l'art de chauffer les grands monuments publics. Plusieurs fois déjà, depuis que M. Duvoir s'est livré sous vos yeux aux travaux d'une industrie qu'il a pour ainsi dire créée, vous avez applaudi à ses succès et vous l'avez même encouragé dans ses efforts par des récompenses. Aujourd'hui que son système semble être arrivé à un état

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de perfection remarquable, que de nombreux appareils placés dans divers points de Paris et dans nos départements ont permis de constater leur efficacité, de recueillir à leur égard les témoignages des personnes de toutes les conditions qui les ont vus fonctionner, et ont fait sur eux des expériences et des essais, nous croyons devoir de nouveau prendre la parole pour vous présenter un rapport plus détaillé et plus étendu sur le principe, sur la structure et les effets de ces grands et beaux appareils pyrotechniques, et attirer votre attention sur une industrie aussi neuve et aussi digne de tout votre intérêt.

Depuis un temps immémorial on a chauffé et on chauffe encore les capacités closes que nous habitons, celles où l'on se rassemble ou dans lesquelles on fait exécuter des travaux, soit à l'aide d'un foyer découvert, soit par le secours d'un appareil fermé, appelé poêle, calorifère ou fourneau, dans lequel on brûle le combustible. Ces modes de chauffage sont, comme on sait, d'une extrême imperfection, non-seulement parce qu'on perd une quantité considérable de la chaleur qui se développe ainsi dans le foyer, mais en outre parce que l'air étant un assez mauvais conducteur de chaleur, il est à peu près impossible de propager celle-ci à une certaine distance, soit par rayonnement, soit par transmission indirecte, et qu'on est forcé de multiplier beaucoup les appareils et les foyers lorsqu'on veut chauffer également tous les points d'une capacité d'une certaine étendue.

Les principes de la physique ayant démontré qu'il n'était pas possible de transmetre ainsi économiquement la chaleur qui se dévelope dans un foyer par la combustion à une grande distance, on a dû songer à employer d'autres moyens plus propres à remplir ce but. On a donc imaginé le chauffage dit à l'air chaud, et qui, comme tout le monde sait, s'exécute ordinairement en établissant un foyer à l'aide duquel on chauffe une certaine masse d'air qu'on lance ensuite, à l'aide d'appels ménagés convenablement et de tuyaux de circulation dans toutes les parties d'un bâtiment.

Ce mode de chauffage pour les grandes capacités constitue déjà peut-être un perfectionnement sur les appareils vulgaires, mais il présente cependant des inconvénients, entre autres les suivants qui en ont beaucoup restreint l'usage et l'application :

L'air pris à la densité ordinaire n'a pas une grande capacité de saturation pour la chaleur, et par conséquent il faut en chauffer un volume très-considérable ou le porter à une très-haute température quand on veut qu'il partage cette chaleur avec une autre masse d'air froid et procure la température nécessaire à un chauffage.

L'air chaud circule mal, c'est-à-dire qu'il est facile de le diriger en ligne droite de bas en haut, mais qu'on éprouve de graves difficultés quand il s'agit de le faire marcher horizontalement ou en contre-bas, et de lui faire suivre toutes sinuosités que comporte le chauffage de nos bâtiments d'habitation.

Si, pour hâter cette circulation, on établit des pressions ou des appels, il faut, quand on veut que ces appels soient un peu énergiques, employer une force mécanique, ou bien, si on n'a recours qu'aux différences de densité entre l'air chauffé et l'air froid, établir des tirages qui font éprouver une déperdition considérable de chaleur.

L'air, porté à une haute température, attaque par son oxigène tous les métaux, plus ou moins vivement, et ne tarde pas à mettre hors de service les boîtes ou tubes à chauffer l'air, les tuyaux de conduite, etc.

L'air en contact avec les métaux portés au rouge, et versé dans les lieux d'habitation, est insalubre d'abord par sa sécheresse extrême, et ensuite parce qu'il renferme toujours quelques matières organiques qui se sont brûlées au contact des métaux, ou même des particules métalliques qui lui communiquent cette odeur et cette insalubrité caractéristiques que tout le monde lui connaît.

Au chauffage à circulation d'air chaud, qui est impuissant quand il s'agit de grandes capacités, on a cherché ensuite à substituer celui exécuté à l'aide de la vapeur d'eau qu'on faisait circuler aussi dans des tuyaux. Ce système était préférable en ce que la vapeur d'eau a une plus grande capacité de saturation pour la chaleur que l'air atmosphérique; que cette vapeur peut être transmise à de grandes distances avec beaucoup de célérité, qu'on peut la faire cheminer dans toutes les directions, et enfin parce que l'air des lieux d'habitation ou de réunion ne se trouvait pas vicié par le contact des métaux portés au rouge. Mais ici se présentait un autre inconvénient; car, si on voulait faire parcourir à la vapeur une grande distance, on était obligé, pour qu'elle ne se con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

densât pas en route, de lui donner un haut degré d'élasticité ; et, dans cet état de tension, non-seulement la vapeur s'échappait par les assemblages, mais, de plus, il y avait danger d'explosion dans les générateurs qui fonctionnaient sous une pression bien plus élevée que celle de l'atmosphère. Enfin, avec ces températures élevées, les tuyaux de conduite, surtout ceux voisins des sources de chaleur, éprouvaient des dilatations et des contractions si brusques et si étendues, qu'ils ne tardaient pas à se déchirer, à donner lieu à des accidents et à rendre nécessaires des réparations continuelles.

On a fait en outre, aux chauffages à circulation de vapeur, un reproche très-grave et très-mérité : c'est que, quelle que soit la température extérieure, il faut toujours chauffer l'eau des chaudières et récipients jusqu'à la température de la production de la vapeur, à la tension voulue et avec l'abondance nécessaire pour transporter cette vapeur, source de la distribution de la chaleur, jusqu'aux extrémités de la conduite ; en un mot, il faut consommer à peu près la même quantité de combustible, quelle que soit la température au dehors, sans qu'il soit possible de régler cette consommation sur cette température extérieure, ce qui est une source de pertes et de dépenses inutiles.

Tous ces moyens, comme on le voit, étaient parfaitement insuffisants pour chauffer les grands bâtiments, et leurs imperfections devenaient d'autant plus apparentes et palpables, qu'il s'agissait de chauffer de plus grandes capacités ; enfin on les accusait, avec raison, d'être très-dispendieux de premier établissement, d'occasionner une dépense considérable d'entretien, et celui de consommer beaucoup de combustible sans pouvoir atteindre le but.

Cependant, depuis près de soixante ans, on possédait un mode de chauffage dit *à circulation* d'eau, dont la découverte était due à un Français, Bonnemain, et non aux Anglais, ainsi qu'on l'a prétendu depuis quelque temps dans les feuilles publiques (1). Bonnemain avait trouvé que, si on chauffait de l'eau dans une chaudière fermée, et que du sommet de cette chaudière on fît partir un tuyau qui, après un certain trajet, revenait à la chaudière, et qu'à son retour on le fît rentrer dans celle-ci par la partie inférieure, il s'établissait naturellement dans cet appareil une circulation de l'eau dont on pouvait profiter pour chauffer l'air des capacités à l'aide d'un seul foyer. En effet, l'eau la plus chaude s'élevant dans la chaudière à la surface, entre le tuyau ascendant de circulation, y monte et arrive à son extrémité en se dépouillant peu à peu de sa chaleur au profit de l'air en contact avec les tuyaux qu'elle parcourt, et en acquérant ainsi une plus grande densité. Dans cet état, elle revient presque froide par le tuyau de retour, rentre dans la chaudière, s'y chauffe de nouveau, s'élève une seconde fois à la surface, recommence le circuit qu'elle avait déjà parcouru, et ainsi de suite, sans qu'il soit nécessaire d'employer une force mécanique quelconque, et quelle que soit la masse d'eau qu'il s'agisse ainsi de mettre en circulation.

Ce principe si simple et si ingénieux était, chose étonnante, à peu près resté stérile depuis que Bonnemain l'avait fait connaître. On l'avait bien appliqué à chauffer de très-petites capacités, telles que des serres, des orangeries, de petites fabriques ; mais on n'avait pas osé en faire l'application en grand, parce qu'il présentait peut-être dans ce cas des difficultés pratiques qu'on prévoyait bien, mais qu'on ne savait comment surmonter, et, de plus, parce que, sous la forme qu'on donnait aux petits appareils, il était impossible de satisfaire aux conditions d'un chauffage égal, dans toutes les parties d'un vaste bâtiment, avec un seul foyer, d'écarter tout danger quelconque et d'arriver en même temps à une économie de combustible et de main-d'œuvre, chose importante et trop négligée dans ces derniers temps.

C'est ce beau problème industriel, c'est-à-dire l'application du système de la circulation de l'eau au chauffage économique des plus vastes bâtiments que l'État ou les particuliers puissent faire construire, des capacités closes les plus étendues que des besoins publics ou industriels puissent faire établir, que M. Léon Duvoir-Leblanc a résolu, de

(1) *Le Moniteur* des 26 et 27 décembre 1843, en rendant compte de la réception des travaux entrepris par M. Léon Duvoir-Leblanc dans le palais de la Chambre des Pairs, cite les Anglais comme ayant contribué aux progrès du chauffage par circulation d'eau ; c'est une erreur matérielle, et tout le monde sait parfaitement que, même encore aujourd'hui, le chauffage des serres et des fabriques en Angleterre n'est absolument que la copie sans perfectionnement sensible du thermosiphon que Bonnemain avait inventé et même appliqué dans l'établissement qu'il avait créé, avant la révolution, dans l'allée des Veuves, pour l'incubation artificielle des poulets.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la manière la plus complète, la plus satisfaisante ainsi qu'on pourra en juger par les détails dans lesquels nous allons entrer.

Disons en passant que quelques ingénieurs ont proposé, dans ces derniers temps, des systèmes mixtes où l'on ferait simultanément usage du chauffage à l'air chaud, à la vapeur et à l'eau chaude, combinés deux à deux ou tous les trois ensemble ; mais que, loin d'être des perfectionnements, ces systèmes ont paru si peu praticables et attestaient, sous tous les rapports, si peu de jugement et d'intelligence, que l'administration et le public ont reculé avec raison devant leur application, et qu'ils sont pour toujours tombés dans l'oubli.

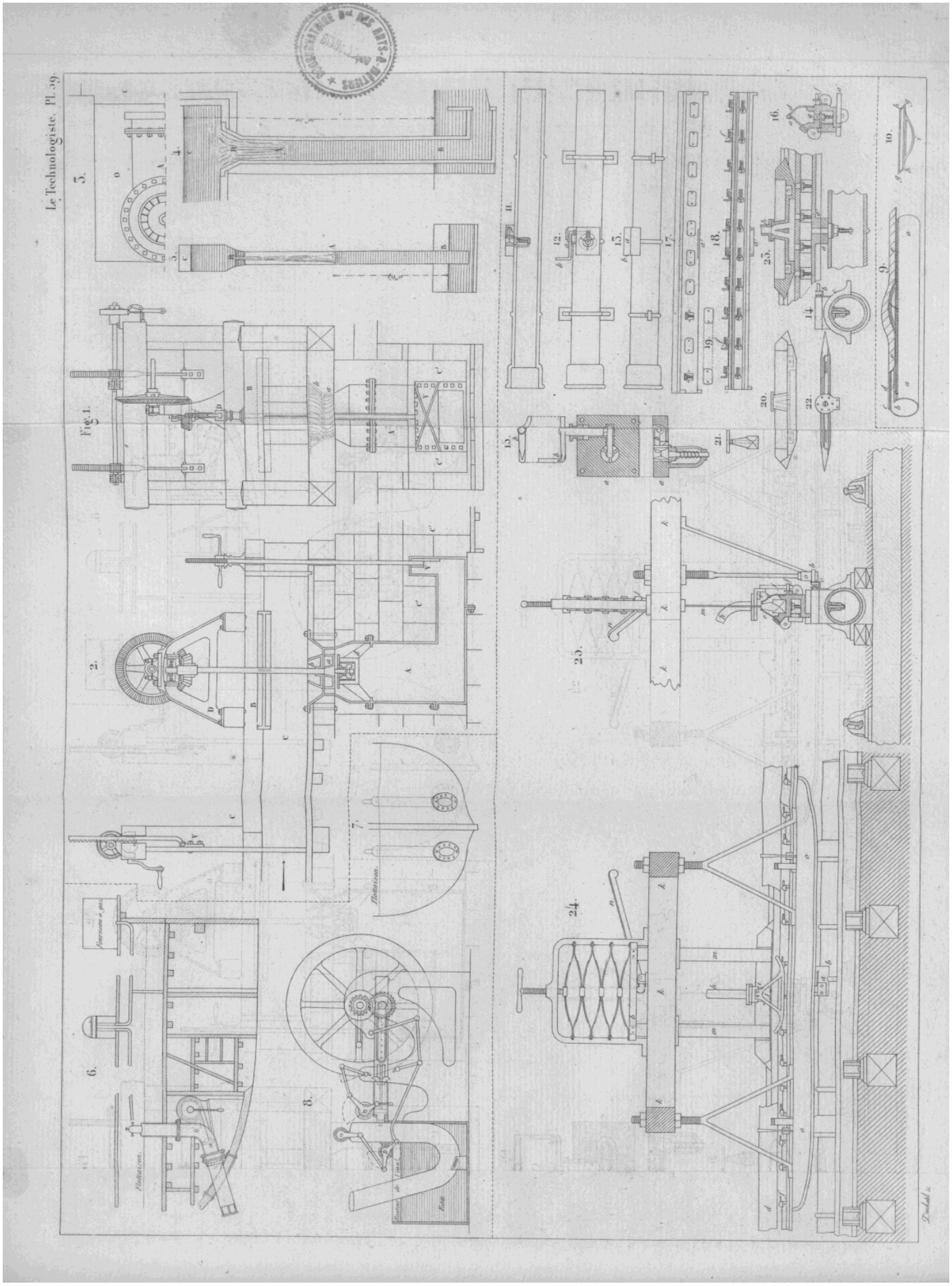
Non-seulement M. Léon Duvoir-Leblanc a résolu le problème dont nous avons parlé tout à l'heure, mais il est encore le seul en France qui l'ait attaqué franchement et avec succès, le seul qui ait fait de nombreuses et belles applications du système de la circulation d'eau au chauffage, le seul qui ait rempli toutes les conditions imposées à la construction de vastes appareils, et le seul peut-être à Paris dont les constructions en ce genre, au lieu d'être renversées au bout de quelque temps, ont été d'année en année plus appréciées par le gouvernement, l'administration, les ingénieurs, les savants et les architectes. Mais avant de nous occuper de ces appareils, disons un mot sur une condition bien importante à laquelle ils satisfont d'une manière à la fois large et complète, et qu'on avait négligée beaucoup avant les travaux de M. Duvoir, ou, mieux, qu'on ne savait pas comment remplir.

L'expérience démontre chaque jour que les êtres animés ne peuvent vivre longtemps dans un lieu clos ou confiné, si on ne remplace pas par de l'air pur puisé au dehors celui qui est vicié à chaque instant par leur respiration et quelques autres actes de la vie. Ce renouvellement d'air dans un temps donné est beaucoup plus considérable qu'on ne serait tenté de le croire quand on n'a pas de notions à cet égard, et les travaux les plus récents des physiciens et des physiologistes ont fait voir qu'il ne devait pas s'élever à moins de 20 mètres cubes par personne adulte et par heure, si on voulait entretenir la respiration dans un état parfait d'intégrité et sans nul danger pour les individus.

Ce renouvellement de l'air auquel on a donné le nom de ventilation avait été extrêmement négligé jusqu'à ce jour dans la structure et le chauffage des lieux d'habitation ou de réunion, et n'est même appliqué encore sur une grande échelle et d'une manière régulière que dans un petit nombre d'établissements publics. Dans nos habitations, le foyer qui chauffe les appartements produisant naturellement un courant ascendant d'air par la cheminée, il s'établit un appel par-dessous les portes et croisées, ce qui en constitue, mais bien grossièrement, toute la ventilation. Dans beaucoup de grands édifices, la ventilation ne s'y effectue pas par des moyens mieux combinés ou plus certains. Dans quelques cas, on a imaginé de faire intervenir des appareils mécaniques pour opérer cette ventilation, appareils qui, outre l'inconvénient d'exiger l'emploi d'une force pour les faire agir, ont encore le défaut, si on ne veut pas se jeter dans des dépenses trop élevées, de ne pouvoir être mis en action que d'une manière intermittente et saccadée, ce qui est contraire aux principes d'une bonne ventilation qui doit être douce et continue. Enfin, on a encore imaginé des foyers d'appels placés dans les parties supérieures des bâtiments ; mais ces foyers fonctionnent mal, augmentent les chances d'incendie, obligent de porter le combustible à une grande élévation, exigent un chauffeur spécial, et, enfin, rendent la ventilation très-dispendieuse.

(*La suite au cahier prochain.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE TECHNOLOGISTE,

OU ARCHIVES DES PROGRÈS

DE

L'INDUSTRIE FRANÇAISE

ET ÉTRANGÈRE.

ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

Argentage des miroirs et des glaces sans mercure.

Par M. Th. DRAYTON.

Le principe de ce procédé consiste à déposer sur le verre de l'argent métallique qu'on y précipite d'une dissolution en désoxigénant ce métal oxidé tel qu'il est dans cette dissolution, et de manière à ce que le précipité soit adhérent, sans être obligé de recouvrir préalablement le verre d'une couche métallique ou d'un enduit quelconque. Je vais dire en peu de mots les manipulations qui peuvent conduire à ce résultat.

Je ferai remarquer d'abord que cette invention s'applique surtout à la fabrication des miroirs et des glaces, et lorsqu'il s'agit d'obtenir des surfaces réflechissantes. Or on sait que l'étamage des glaces ou leur argentage, tels qu'on les pratique aujourd'hui à l'aide du mercure, constituent une opération excessivement insalubre, et c'est un des avantages de mon procédé que la partie de l'opération qui est insalubre devient inutile, qu'on peut argenter le verre et lui donner, sans manipulations dangereuses, un éclat et une réflexion parfaites. Voici comment je procède.

Je prends 30 gram. de nitrate d'argent grossièrement pulvérisé, et tel qu'on le rencontre généralement dans le commerce, sous le nom d'argent corné, et je le mélange avec 15 grammes d'esprit de corne de cerf ou d'ammoniaque. Au mélange, j'ajoute 60 grammes d'eau, et j'abandonne pendant 24 heures; je filtre en conservant le dépôt qui reste sur le filtre et qui est de l'argent. Dans cet état, j'ajoute à la liqueur filtrée 90 grammes d'alcool à 60°, ou de naphte; puis enfin de 20 à 30 gouttes d'huile essentielle de casse. Le mélange, après être resté 5 à 6 heures, est en état de servir, et j'ai remarqué qu'il ne fallait pas le conserver au delà de 24 heures après y avoir ajouté l'huile de casse, si on voulait obtenir de bons résultats, tandis qu'avant cette addition la liqueur paraît s'améliorer avec le temps.

Aussitôt que le temps convenable assigné ci-dessus après l'addition de l'huile de casse s'est écoulé, on applique le mélange de la manière que je vais indiquer.

La glace qu'il s'agit d'argenter ayant été placée dans une position horizontale, je forme tout autour un rebord avec du mastic ou autre matière, de façon que la liqueur puisse recouvrir, sur une hauteur de 5 à 6 millimètres, toute la surface du verre à argenter. Cette surface doit être nette et polie avant d'y verser cette liqueur, et lorsqu'on en a recouvert toute cette surface, on verse sur celle-ci, dans des points différents baignés par la liqueur, quelques gouttes, par exemple, de 6 à 12 d'un mélange consistant en une partie en volume d'essence de girofle, et de 3 parties d'alcool. De 6 à 12 gouttes de cette essence de girofle étendue sont la dose convenable pour la liqueur com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

posée, ainsi qu'il a été dit ci-dessus ; ou bien l'essence de girofle peut être mélangée à la liqueur immédiatement avant de mettre celle-ci en contact avec le verre.

Il est bon d'avertir que plus on emploie d'essence de girofle, plus le dépôt de l'argent s'opère rapidement ; mais il vaut mieux que cette précipitation ne s'opère pas en moins de 2 heures, et c'est du reste un point qu'un ouvrier, après quelque temps de pratique, déterminera avec facilité.

Je ferai remarquer encore que les ingrédients dont on fait usage, et tels qu'on les rencontre dans le commerce, diffèrent fréquemment sous le rapport de leur force et de leur pureté. Les quantités nécessaires pour le succès complet de l'opération doivent donc aussi varier, et un opérateur intelligent n'aura pas de peine, au bout d'un peu de temps, à juger sur-le-champ la qualité de ses matériaux, ou bien il fera des essais sur des morceaux de verre qui lui permettront de déterminer les doses qui offrent les résultats les plus avantageux avec les matériaux qu'il a à sa disposition.

De même les échantillons d'huile de casse, achetés à différentes époques, diffèrent beaucoup sous le rapport de la qualité ; j'ai remarqué qu'il était indispensable de soumettre à des épreuves celle dont on fait l'acquisition, afin de s'assurer si elle se mêlera à la solution d'argent dans l'ammoniaque, l'eau et l'alcool, ainsi qu'il a été prescrit ci-dessus. Quand ce mélange a lieu aisément, alors cette huile est propre à cette application, tandis que si elle reste floconneuse, je l'abandonne au repos après le mélange que je filtre ensuite.

La position horizontale de la glace n'est pas absolument nécessaire, et j'ai même remarqué que si le verre qu'on veut argenter est incliné, et même disposé verticalement en ne laissant entre lui et la plaque bien close en bois dont on le recouvre alors qu'un intervalle étroit pour la liqueur, on arrivait au but en se servant simplement de l'alcool sans eau dans le mélange.

J'ai remarqué que l'emploi d'une petite quantité d'huile essentielle de thym ou de carvi fait varier la couleur de l'argent ; ce qui peut être utile dans quelques cas pour cet objet.

La liqueur dont on s'est servi étant ensuite décantée, on l'abandonne pendant quelque temps, soit 3 à 4 jours, dans un vase clos, attendu qu'elle renferme encore de l'argent ; elle peut être employée à une nouvelle opération en la filtrant et y ajoutant de nouveaux ingrédients en proportion de ceux qui ont été consommés. Autant que j'ai pu m'en assurer par expérience, j'ai trouvé que 1 gramme de nitrate d'argent recouvrait 7 à 8 décimètres carrés de verre. La quantité d'alcool varie un peu, attendu que son évaporation dépend de la température et de la durée du procédé. Un peu de pratique permet de juger les quantités consommées.

Aussitôt que l'argent déposé sur le verre est parfaitement sec, j'enduis la couche d'argent avec un mélange de cire d'abeilles et de suif en quantités à peu près égales et fondus ensemble.

Sur l'oxidation du suif.

Par M. J.-C. Reibstein.

Il y a déjà longtemps que d'anciens chimistes, tels que Gilbert, J.-B. Tromsdorff, Crell, etc., ont observé que l'acide sulfurique, lorsqu'on le mettait, sous certaines conditions, en contact avec le peroxide de manganèse, possédait la propriété de détruire les couleurs végétales et de colorer la dissolution d'indigo.

Des expériences entreprises postérieurement nous ont appris qu'il se formait ainsi un acide manganique et un acide hypermanganique qui, lorsqu'ils se trouvent en contact avec les matières organiques, les décomposent avec séparation de l'oxigène et d'un peroxide hydraté de manganèse.

Récemment un chimiste anglais, M. Watson, paraît avoir observé les mêmes faits, et a proposé en conséquence d'employer les combinaisons de l'acide manganique en excès avec l'acide sulfurique au blanchiment des suifs (voir *le Technologiste*, t. IV, p. 345). Cette proposition m'a donné l'idée d'essayer, d'après la méthode qu'il indique, la préparation de l'acide hypermanganique uni à l'acide sulfurique, et de faire, avec cette préparation, quelques essais de blanchiment des suifs.

Dans une capsule de verre, j'ai étendu de l'acide sulfurique anhydre de Nordhausen, avec une suffisante quantité d'eau pour que cet acide ne marquât plus que 54 à 58° à l'aréomètre de Baumé. A cet acide, encore chaud par son mélange avec l'eau, j'ai ajouté un excès de peroxide de manganèse en poudre fine, et j'ai agité avec beaucoup de soin le mélange. Au bout de deux jours, pendant lesquels le mélange a été re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mué souvent, la liqueur éclaircie a pris une couleur rouge cramoisi foncé, et a été étendue d'une quantité d'eau suffisante pour que la dissolution prît la teinte de suc de framboises étendu.

A l'aide de cet acide hypermanganique, uni à l'acide sulfurique, mélange qui marquait environ 38° Beaumé, j'ai traité un demi-kilogramme de suif récemment fondu et de bonne qualité de la manière que voici.

J'ai fait fondre le suif à une douce température dans une capsule de porcelaine, et quand sa température a atteint 60 à 62° C., j'ai pris 50 grammes de la liqueur manganique et je l'ai battue soigneusement avec le suif en fusion. Mais comme la masse, au bout d'une demi-heure, n'avait encore éprouvé aucun changement, j'y ai ajouté encore 15 grammes de la liqueur blanchissante, et j'ai élevé la température du suif jusqu'à 97°. A cette température, le suif s'est éclairci en laissant déposer des flocons noirâtres ; il répandait alors une odeur semblable à celle des concombres frais. Après avoir atteint ce point, j'ai refroidi la masse avec de l'eau, j'ai laissé encore pendant quelque temps sur le feu pour que le liquide puisse s'éclaircir complétement. Après le refroidissement, j'ai comparé ce suif avec celui qui n'avait éprouvé aucun traitement, et je n'y ai remarqué aucune différence bien sensible sous le rapport de la coloration. Dans cet état, je l'ai soumis à une épreuve comparative sous celui de l'économie de la combustion, et pour cela j'en ai fait mouler des chandelles que j'ai comparées avec d'autres chandelles préparées avec du suif traité par une dissolution d'alun, décomposée ensuite par du carbonate de soude (1). Il est résulté de cette comparaison que ces dernières ont brûlé plus économiquement que les autres, et dans le rapport de 6 à 7.

Comme l'économie dans la combustion des chandelles est une considération importante, et qu'il est possible d'atteindre le blanc du suif aussi promptement en le traitant convenablement avec l'acide sulfurique, je crois ne pas devoir recommander ce traitement par l'acide manganique.

On parvient très-bien à obtenir une oxidation plus rapide du suif, et à lui donner en même temps plus de consistance, à l'aide de l'acide nitrique fumant. Pour cela, on prend 1 kilog. de suif fondu et 4 grammes d'acide nitrique fumant, et on manipule ainsi qu'il suit. On place dans une petite marmite de porcelaine ou de grès le suif qu'on y fait fondre ; puis, lorsqu'il est en fusion, on y introduit l'acide nitrique dans les proportions indiquées ci-dessus ; on chauffe en agitant constamment jusqu'à la température de 97° C. Lorsque cette odeur de concombre que nous avons signalée dans le traitement par l'acide manganique vient à se développer, le suif qui s'est épuré a acquis une couleur jaune citron, et il s'en sépare des flocons brunâtres ; on refroidit la masse avec de l'eau et on laisse en repos pour éclaircir. Lorsque le suif est déposé, on le puise pour le verser dans les vaisseaux où on le recueille pour la fabrication des chandelles. Toutefois il ne faudrait pas procéder immédiatement à cette fabrication avec ce suif ainsi épuré, attendu qu'en cet état il renferme toujours un peu d'acide nitrique qui attaquerait les moules et les détériorerait.

Le suif, traité de cette manière, a une couleur jaune due à son oxidation ; mais en l'exposant à l'air il ne tarde pas, au bout de deux à trois jours, à acquérir une teinte blanc de neige, et dans cet état les chandelles que j'en ai fait fabriquer ont duré de 8 à 9 heures, plus ou moins, suivant la température extérieure.

L'acide étendu qui reste dans les liqueurs formant les résidus peut être employé avec économie à la macération ou au traitement des suifs bruts.

(1) C'est le mode commun et le plus efficace de purification des suifs, attendu que la dissolution de sulfate de soude qui se forme ainsi dissout la gélatine, etc., et que l'alumine, devenue libre, forme, partie avec les impuretés, partie avec le suif, une combinaison savonneuse qui purifie parfaitement les corps gras, et leur donne de la consistance.

Du traitement de certains corps gras pour en obtenir des matériaux propres à la fabrication des chandelles et des bougies.

Par M. W. Coley et G.-F. Wilson.

L'opération à l'aide de laquelle on purifie les corps gras d'origine animale ou végétale consiste principalement à les soumettre à l'action de l'acide sulfureux gazeux, à les distiller et à le soumettre à la presse les produits obtenus.

Supposons, par exemple, qu'il s'agisse d'appliquer ce moyen au produit acide ou oléine, connue dans le commerce sous le nom d'huile de suif, e

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on obtient dans la fabrication des bougies stéariques ou à ceux du même genre que donnent l'huile de palme et le spermacéti. On dépose 100 kilog. de ce produit dans une cuve en bois ou en plomb, ou mieux en terre cuite, et on y verse 37 kilog. d'acide sulfurique concentré (1.8 de densité), en faisant préalablement fondre le produit, s'il n'est pas déjà liquide. On incorpore avec soin, et on soumet pendant 36 heures à une chaleur capable de produire du gaz acide sulfureux : on peut très-bien chauffer à la vapeur, puisque ce dégagement s'opère au mieux à 90 ou 92° C. Il ne faut pas verser l'acide en une seule fois, de peur qu'il n'y ait un développement de chaleur trop considérable.

On pourrait amener du gaz sulfureux dans les matières par des moyens simples ; mais nous préférons celui qui vient d'être indiqué. D'ailleurs, quand il s'agit de matières non acides, cette méthode est la meilleure, parce qu'il est avantageux de les laisser pendant 24 heures en contact avec l'acide avant d'appliquer la chaleur.

Au bout de 36 heures de chaleur on verse sur les matières à peu près 100 litres d'eau à 90°, et après une agitation soignée, on abandonne au repos pour opérer la séparation du corps gras et de l'eau. Il faut ajouter ce dernier liquide graduellement, et quand on l'a séparé, il peut servir comme acide étendu à d'autres objets.

Les matières grasses ainsi traitées sont déposées dans une chaudière avec serpentin de vapeur pour être lavées avec 300 litres d'eau qu'on chauffe pendant une heure, et au bout de laquelle on abandonne au repos. Le corps gras qui surnage est décanté et bouilli pendant une heure avec 120 litres d'eau aiguisée d'acide sulfurique, et on laisse reposer. Dans cet état, le produit qui est tout noir est soumis à la distillation dans un alambic en fer, renfermé dans un bain de sable, et qui porte une douille à l'aide de laquelle on introduit de la vapeur d'eau dans son intérieur pendant tout le temps de la distillation.

On pourrait combiner le corps gras avec l'acide sulfurique, procéder immédiatement à la distillation et amener graduellement de l'eau au lieu de vapeur dans la marmite de l'alambic ; mais tous ces moyens ne valent pas celui décrit. On voit d'ailleurs que cette introduction de vapeur a pour but de prévenir les effets nuisibles de l'air sur le corps gras, résultat qu'on pourrait aussi obtenir en distillant dans le vide.

Les produits gras de la distillation sont condensés par un refrigérant, et on règle le feu suivant la vivacité du courant de vapeurs grasses qui s'en élève. Ces produits, à mesure qu'ils passent, peuvent être fractionnés suivant leur couleur ou leur consistance ; on les fait bouillir pendant 6 ou 8 heures avec de l'eau légèrement aiguisée d'acide oxalique, et on peut répéter la distillation pour obtenir des produits plus purs avant la dernière opération.

Les matières grasses étant refroidies graduellement, pour qu'elles puissent cristalliser et grainer, sont placées en masses d'environ 7 à 8 kilog. dans des étendelles de crin, où on les soumet à la pression graduelle d'une presse hydraulique qui en sépare les portions encore liquides. Celles solides qu'on obtient ayant été bouillies une seconde fois avec de l'acide oxalique étendu, ou même de l'acide sulfurique aussi étendu, peuvent être appliquées, soit seules, soit combinées, à la fabrication des bougies.

On pourrait aussi, sans soumettre à la presse, se servir immédiatement des produits de la distillation, suivant le degré de consistance, pour faire des chandelles, ou en combinaison avec la soude ou la potasse pour fabriquer des savons.

Voici encore un autre procédé dans lequel on opère à l'aide de l'acide nitrique, mais d'une manière différente de celle employée jusqu'ici sur l'oléine et sur les liquides gras non siccatifs.

On commence par distiller avec un jet de vapeur, ou un filet d'eau, ou enfin dans le vide, comme il a été dit, ou bien on prend un quintal mélangé de matière, et on y ajoute 25 litres d'eau avec environ 4 kilog. de carbonate ordinaire de soude ou de potasse, et on fait bouillir la masse pendant une heure dans une chaudière de cuivre, ou y ajoutant de l'eau bien pure à mesure que celle versée d'abord s'évapore. On enlève le mélange et on le fait bouillir à la vapeur dans trois fois son volume d'eau pendant 10 minutes ; on abandonne au repos pendant 12 heures ; enfin on enlève la matière grasse, et on fait de nouveau bouillir à la vapeur pure dans trois fois son volume d'eau.

Les matières ainsi préparées, on prend 4 kilog. d'acide nitrique du commerce (1.350 de densité), et on y mélange, dans un vase en terre, à peu près un sixième de son poids de mélasse qu'on y incorpore, et on verse sur les matières qu'on tient liquéfiées par la cha-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur, si cela est nécessaire ; on applique alors la chaleur jusqu'à ce qu'il se dégage des vapeurs nitreuses, moment auquel on arrête ces vapeurs en versant 200 litres d'eau. Il faut se garder de trop prolonger l'opération, parce que, dans ce cas, les matières se coloreraient ; puis on entretient la masse dans une forte agitation pendant 2 heures pour la débarrasser autant que possible de de l'acide ou des fumées acides, car autrement la coloration aurait lieu si on la faisait bouillir avec de l'eau.

Arrivé à ce point, les matières sont lavées avec de l'eau dans laquelle on verse, pour 150 litres, 500 grammes d'acide chlorhydrique et 60 grammes d'acide oxalique. Cette eau est chauffée à la vapeur pendant une heure ; puis on laisse reposer, on soutire une portion de l'eau acide qu'on remplace par 100 litres d'eau nouvelle aiguisée de 60 grammes d'acide oxalique ; on fait chauffer, on répète l'opération, et quand les matières sont bien lavées, on les purifie, comme on dit précédemment, pour les faire entrer, soit seules, soit combinées, dans la fabrication des chandelles, ou les convertir en acides gras, ou les faire servir à la fabrication des savons.

On pourrait employer au même usage les nitrates, les nitrites et hyponitrites ; mais la méthode indiquée paraît être la plus simple.

Pour convertir en acides gras, on forme un stéarate de chaux, et on procède du reste comme à l'ordinaire, ou bien on traite avec lenteur par l'acide sulfurique, ainsi qu'il a été dit précédemment, et on soumet à la pression, ou bien à la distillation et à la presse, avec les précautions indiquées ci-dessus pour éviter l'action nuisible de l'atmosphère sur les matières grasses.

Sans entrer dans d'autres détails sur la méthode proposée, on voit qu'elle repose sur le traitement des matières grasses par l'acide sulfureux, leur distillation avec admission de filets de vapeur d'eau au-dessus de leur surface et avec passage à la presse, ou bien leur distillation préalable avec filet d'eau, ou encore leur saponification sur les carbonates alcalins, leur traitement par l'acide nitreux, leur conversion en sels de chaux ; puis décomposition des sels par l'acide sulfurique, distillation avec vapeur pour convertir en acides gras, et enfin passage à la presse hydraulique, etc.

Préparations de divers enduits, colles, glues propres à un grand nombre d'applications.

Par M. C.-E. Deutsche.

Les bases de toutes les combinaisons que je propose sont le bitume, l'asphalte, le baume de Judée, le caoutchouc minéral et le produit goudronneux de la distillation de la houille.

Pour opérer avec ces bases, on en prend une certaine quantité, du bitume de la Trinité, par exemple, auquel je donne la préférence, et on le place dans un vase distillatoire ; on clot, et on chauffe jusqu'à ce que les huiles essentielles et l'eau que cette matière renferme soient évaporées en condensant les vapeurs à la manière ordinaire ; puis, lorsque cette distillation est faite, on passe le résidu liquide à travers un tamis en toile métallique qu'on a fait chauffer, et on coule dans de l'eau qu'on chauffe à 50° C. On enlève alors et on conserve pour faire les mélanges ci-après.

1° Au bitume purifié comme ci-dessus, on ajoute depuis 1 jusqu'à 50 pour 100 protoxide de plomb ou autre oxide, on mélange avec soin, et on obtient une substance infusible plus ou moins, suivant la proportion de l'oxide.

2° On ajoute au bitume purifié 20 pour 100 d'huile grasse rendue très-épaisse et siccative par la litharge, ou un autre oxide, puis une suffisante quantité d'huile essentielle de térébenthine ou autre, jusqu'à ce qu'on ait amené à l'état de consistance de la peinture ordinaire l'asphalte préparé.

3° On délaye avec de l'essence pour le rendre coulant et facile à étendre.

4° A l'asphalte préparé, on ajoute de 1 à 100 pour 100 de matières grasses, entre autres de blanc de baleine, suivant le degré de fusibilité qu'on désire.

En ajoutant de la cire, de la gomme, de la résine, du soufre, du caoutchouc à ces diverses préparations, on leur confère des propriétés élastiques et adhésives.

5° Pour produire un vernis brun brillant, on fond l'asphalte, on le passe à travers le tamis, et on y ajoute de 1 à 100 pour 100 de gomme résine ou de résine ; on mélange, ou chauffe jusqu'à évaporation des matières volatiles et de l'eau, puis on ajoute de l'alcool ou de l'essence jusqu'à consistance convenable, et enfin du noir d'ivoire ou autre matière colorante à l'état de poudre. Si on emploie la gomme laque, il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faut d'abord la dissoudre dans l'alcool, et l'ajouter à l'asphalte en cet état.

6° On mélange à l'asphalte une ou plusieurs des substances suivantes : caoutchouc, bdellium, copale, gomme laque, élémi, résine, et on dissout dans l'alcool ou l'essence en quantité convenable. Ces mélanges sont d'autant plus adhésifs que la proportion de gomme résine est plus considérable.

On peut aussi employer le naphte pour la dissolution des matières. Voici maintenant les recettes pour faire des colles glues, en se rappelant que l'asphalte distillé est toujours la base de ces préparations, et y entre pour des quantités qui varient de 1 à 100 pour 100.

1° Une partie d'essence ou d'alcool, et 2 parties de gomme laque ; on fait fondre et on mélange avec soin. On s'en sert au pinceau, à l'état liquide, pour coller, plaquer des bois, etc.

2° Essence 1 partie, bdellium 1 partie ; on fond, puis on ajoute 1 partie gomme laque ou autre résine ; on chauffe l'asphalte comme précédemment.

3° 1 partie de gélatine, 1 partie d'essence ou d'alcool ; 1 partie de gomme laque ; on mélange sur le feu, jusqu'à parfaite amalgation, et on s'en sert comme du n° 1.

4° 1 partie de bdellium, 2 parties de gélatine dissoute dans de l'eau et 1 partie d'essence ou d'alcool ; on fait fondre, on agite et on ajoute 2 parties de gomme laque dissoute dans 1 partie d'alcool ; on mélange et applique comme le n° 1.

5° On fond 2 parties de gomme laque ou autre résine avec 1 partie de styrax liquide, et applique comme ci-dessus.

6° On fond 2 parties de gomme laque et 1 partie de térébenthine, et applique comme ci-dessus.

7° 1 partie de styrax liquide ou de térébenthine, à laquelle on ajoute 4 parties de gomme laque et 1 partie d'essence ou d'alcool ; on mélange et applique comme ci-dessus.

8° On prend 1 partie de styrax liquide ou de térébenthine, 1 partie d'alcool et 2 parties de gomme laque, auxquelles on ajoute 2 parties de gélatine dissoute dans l'eau ; on mélange et on applique comme précédemment.

Une proportion de caoutchouc, ajoutée à ces diverses préparations, leur confère plus d'élasticité. Cette proportion peut varier de 1 à 100 pour 100.

Les nos 1, 2, 5 et 7 des préparations ci-dessus peuvent être appliqués avantageusement au calfatage des bâtiments qui naviguent entre les tropiques, et à la construction des bateaux à vapeur dans les parties les plus voisines du foyer et de la chaudière, et enfin pour boucher les crevasses qui se font dans le bois des mâts ou des bordages. On peut en faire usage aussi comme de colles pour réunir la pierre, le bois, les métaux, pour les couvrir aussi et les conserver, ainsi que les tissus, etc. On s'en servira encore avec succès pour faire des conduites d'eau, pour luter certaines pièces dans les machines à vapeur et les appareils de chimie, pour en fabriquer des gouttières, des toitures, des tubes de toute nature pour les gaz et les liquides ; enfin on peut en enduire des vaisseaux dans lesquels on introduit des substances alimentaires pour les conserver.

Les préparations nos 3, 4, 6 et 7 peuvent être appliquées comme enduits, et principalement pour conserver les métaux, le bois, les tissus et tous les corps exposés à l'humidité.

Le n° 5 est surtout applicable pour rendre les cuirs imperméables.

Les nos 1, 2, 5 et 7, combinés avec de la pierre, de la houille ou des scories en poudre, de la sciure de bois, de la limaille ou des oxides de métaux, peuvent servir à mouler des vases, des statues, etc.

En se servant des nos 3, 4, 6 et 7, et variant les proportions, on peut rendre imperméables des papiers, le cuir, le bois, diverses substances végétales ou minérales exposées à l'humidité.

Pour préserver divers corps des attaques des insectes, il n'y a qu'à les couvrir d'une couche des produits précédents, mélangés à une faible proportion d'une substance vénéneuse qui arrête promptement leurs ravages.

La distillation du bitume fournit du naphte très-pur, qu'on peut utiliser aujourd'hui dans les arts.

Préparation du borate de soude anhydre.

Par M. C.-M.-E. Sautter.

Je me suis proposé de produire, sans faire usage d'eau, un article possédant les mêmes propriétés chimiques que le borax cristallisé qu'on emploie généralement à présent, mais possédant un aspect différent, en ce qu'il est sous forme granulaire, et lorsqu'il est pur, d'une couleur blanc terne.

Les avantages de ce produit sont une grande économie dans les frais de fabrication, et une application plus facile

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du borax à la fabrication des verres, des poteries, à la soudure, aux essais de laboratoire, etc.

Pour fabriquer ce borax, on prend environ 38 parties en poids d'acide borique pur cristallisé, on le pulvérise et le tamise, et on y ajoute 45 parties, aussi en poids, de beau carbonate de soude également cristallisé et réduit en poudre. Quand le mélange est bien effectué, on le dépose par couche de 25 à 30 millimètres d'épaisseur sur des tablettes placées dans une chambre dont la température est élevée de 35 à 45° C., en ayant soin de remuer de temps à autre les couches qui chargent les tablettes. Quand on a soin de maintenir la température indiquée, l'acide borique et la soude se combinent, et l'acide borique, ainsi que l'eau que renfermait celle-ci, se trouvent éliminés. On produit ainsi un borax parfait, jouissant de toutes les propriétés du borax cristallisé, mais complétement anhydre. Le temps nécessaire pour effectuer une opération de ce genre varie de 24 à 36 heures.

On peut aussi se servir d'acide borique impur dans cette fabrication; mais mais alors le borax n'est pas aussi beau que celui que l'on fait avec de l'acide pur : cependant cette impureté n'est pas de nature à le faire rejeter dans certaines applications.

Nouvelle matière colorante noire.

On a annoncé, il y a quelque temps, qu'un officier anglais, le capitaine Landers, voyageant récemment dans le pays de Shan, qui est tributaire de l'empire des Birmans, avait remarqué que les habitants se servaient du suc d'une plante pour teindre leurs étoffes en noir. M. Landers ayant recueilli ce suc, l'a fait sécher et en a fait des boules dont il a envoyé des échantillons à la Société d'agriculture et d'horticulture de Calcutta. Après un examen sérieux de cette substance, cette Société a déclaré que c'était bien en réalité une matière colorante végétale propre à la teinture en noir, ou une espèce d'indigo noir.

Depuis cette époque, la Société des arts de Londres a reçu aussi des échantillons de cette matière, et les a adressés à M. Ed. Solly pour en faire l'examen chimique. Ce chimiste a confirmé ce qui avait été annoncé, quoiqu'à cause de la petite quantité envoyée, il n'ait pas pu faire une analyse détaillée de la substance.

Suivant M. Solly, cette matière est insoluble dans l'eau et dans toutes les menstrues ordinaires, mais désoxidée par les sulfates de fer et de chaux, elle devient soluble comme l'indigo. Sa couleur, comme celle de l'indigo, est détruite aussi par le chlore, mais elle diffère de celui-ci en ce qu'elle ne peut pas se sublimer. On a cherché avec le plus grand soin tous les moyens de la purifier par sublimation, mais sans succès; la matière était toujours détruite avant de s'élever en vapeur. Quand on la chauffe, elle ne fond pas ou ne se ramollit pas, mais brûle avec une flamme claire et peu intense, qui répand une odeur forte et désagréable, ce qui la distingue complétement des matières résineuses noires qu'on obtient du mélanorrhée et autres arbres semblables. La quantité de cendres qu'elle laisse après la combustion, est si faible, qu'il est évident que la matière colorante est une substance organique pure, et que la couleur est tout à fait indépendante de la présence du fer ou autre matière inorganique.

M. Solly conclut de son travail que cette matière colorante nouvelle possède des propriétés très-précieuses, et qu'elle rendra des services éminents à l'art de la teinture, si on peut s'en procurer en grande quantité.

Note sur un procédé de gravure photographique.

Par M. H. Fizeau.

J'ai eu l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie des sciences, dans la séance du 13 février 1843, des dessins photographiques sur papier, obtenus par l'application des procédés de l'impression en taille-douce à une planche daguerrienne, gravée par des agents chimiques sans le concours d'aucun travail d'artiste.

Dès le mois de juillet 1842 j'avais montré à plusieurs personnes, et déposé dans quelques collections, des épreuves résultant de mes premiers essais.

Depuis cette époque, j'ai continué à m'occuper de ce sujet avec persévérance, en m'appliquant à compléter, et surtout à régulariser les délicates manipulations du procédé.

Je soumets aujourd'hui à l'Académie de nouveaux résultats obtenus sur une plus grande échelle, et qui me semblent devoir donner une idée de l'importance et des applications du nouvel art.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'image daguerrienne, dont la perfection est évidemment nécessaire à la réussite de la gravure, avait été obtenue chez M. Lerebours; la transformation de cette planche daguerrienne en planche gravée a été effectuée sans aucun travail ni retouche d'artiste, mais par l'application seule du procédé dont je vais décrire les principes en peu de mots; j'espère en soumettre prochainement à l'Académie une description détaillée.

Le problème consistait, comme on le sait, à traiter les images daguerriennes par un agent qui creusât les parties noires sans altérer les parties blanches du dessin; en d'autres termes, qui attaquât l'argent en présence du mercure sans altérer ce dernier.

Un acide mixte, composé avec les acides nitrique, nitreux et chlorhydrique (ces deux derniers pouvant être remplacés par du nitrate de potasse et du sel marin), jouit précisément de cette propriété, laquelle appartient également à une dissolution de bichlorure de cuivre, mais d'une manière moins parfaite.

Lorsqu'on soumet une image daguerrienne, dont la surface est bien pure à l'action de cet acide, surtout à chaud, les parties blanches ne sont pas altérées, tandis que les parties noires sont attaquées avec formation de chlorure d'argent adhérent, dont la couche insoluble arrête bientôt l'action de l'acide.

Une dissolution d'ammoniaque, employée alors, entraîne cette couche de chlorure d'argent et permet de soumettre de nouveau la planche à l'action du même acide, qui, agissant encore de la même manière, augmente la profondeur des parties noires.

En opérant ainsi en plusieurs fois, on parvient à transformer la planche daguerrienne en une planche gravée d'une grande perfection, mais généralement de peu de profondeur; de sorte que les épreuves imprimées sur papier n'ont pas la vigueur convenable.

A cette première opération, il a donc été nécessaire d'en ajouter une seconde qui permit de creuser plus profondément les parties noires de l'image.

Cette seconde opération consiste à dorer les parties saillantes, ou les blancs de la planche gravée, et à laisser l'argent à nu dans les creux, ce qui permet d'en augmenter la profondeur par l'action d'un simple dissolvant de l'argent.

Pour obtenir ce résultat, la planche gravée peu profonde dont je viens de parler, est graissée avec une huile siccative, de l'huile de lin, puis essuyée à la manière des imprimeurs en taille-douce; de cette manière, l'huile reste dans les creux seulement, et y forme un vernis qui ne tarde pas à sécher.

Dorant alors la planche par les procédés électro-chimiques, on voit l'or se déposer sur toute la surface de la planche, excepté dans les parties creuses protégées par le vernis d'huile de lin. Après ce dorage, l'huile de lin est enlevée par de la potasse caustique.

Il résulte de là que la planche gravée a toutes ses parties saillantes protégées par une couche d'or; ses parties creuses, au contraire, présentent l'argent à nu.

Il est dès lors facile, en traitant la planche par l'acide nitrique, d'attaquer ces parties creuses seulement, et d'en augmenter ainsi à volonté la profondeur.

Avant ce traitement par l'acide nitrique, la planche dorée est couverte par ce que les graveurs appellent un grain de résine, ce qui produit, dans le métal attaqué, ces nombreuses inégalités que l'on appelle grain de la gravure.

Il résulte de ces deux opérations principales que la planche daguerrienne est transformée en une planche gravée tout à fait semblable aux planches gravées à l'aquatinte, et dès lors pouvant, comme elles, fournir par l'impression un nombre considérable d'épreuves.

Cependant l'argent étant un métal peu dur, le nombre des épreuves serait encore assez limité, si un moyen très-simple ne permettait de soustraire la planche photographique à l'usure déterminée par le travail de l'impression.

En effet, pour atteindre ce but, il suffit, avant de livrer la planche à l'imprimeur, de cuivrer sa surface par les procédés électro-chimiques; de cette manière, il est évident que la couche de cuivre supporte seule l'usure produite par le travail de l'ouvrier. Lorsque cette couche est altérée d'une manière notable, il est facile, à l'aide d'un acide faible, de la dissoudre en totalité sans altérer l'argent sur lequel elle repose; dès lors la planche peut être cuivrée de nouveau, et se trouve ainsi dans le même état que si elle n'avait pas supporté le travail de l'imprimeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nouvelle disposition à donner aux cardeuses des matières textiles.

Par M. S. Sparkes, directeur d'une filature de laine.

La cardeuse dont je vais donner la description présente cela de particulier qu'on y voit des rubans de carde sans fin, à l'aide desquels on enlève des quantités ou masses bien égales de matières fibreuses textiles au tambour ou cylindre principal de la machine, sous la forme de rubans distincts et continus. Pour atteindre ce but, je n'ai pas eu besoin d'apporter des changements matériels à la construction des cardeuses employées ordinairement pour carder les diverses matières qu'on emploie dans l'industrie ; mais seulement de prendre quelques dispositions particulières pour établir mes rubans de carde sans fin.

La fig. 1, pl. 60, représente une coupe de ma cardeuse perfectionnée prise suivant la longueur et en direction verticale. On y voit la disposition des rubans de carde sans fin, et la manière dont ils s'emparent des fibres de la matière qu'on travaille sur le tambour principal, et les délivrent sous forme de rubans ou boudins continus à des rouleaux, des bobines ou autres appareils d'enroulement et de renvidage.

La fig. 2 est une représentation horizontale de la machine, ou sa projection si on la regardait en dessus.

AA est le grand tambour de la machine à cardes, couvert de plaques, de cardes, comme à l'ordinaire ; B un cylindre uni destiné à remplacer le petit tambour ordinaire, et sur la périphérie duquel passent les séries de rubans de cardes sans fin *a*,*a*,*a*. Ces rubans de cardes sont disposés en deux séries, dont l'une, qui en comprend la moitié, passe sur le rouleau C, et l'autre, qui se compose de l'autre moitié, sur le rouleau D. Afin de conduire et de donner la tension convenable à ces deux séries de rubans, on se sert de divers rouleaux de renvoi et de tension E,E,E,E. Les rouleaux C et D, ainsi que ceux E, portent des gorges annulaires creusées sur leur surface convexe, destinées à recevoir ces cardes sans fin et à les guider dans leur marche. Ces cardes sont en cuir, ou en drap compacte et serré, dans lequel les dents sont insérées comme à l'ordinaire. Elles ont à peu près 25 millimètres de largeur, et par conséquent les gorges creusées dans les cylindres pour les recevoir doivent avoir une largeur un peu plus forte.

Le grand tambour A et le cylindre B tournent dans la direction indiquée par les flèches dans la fig. 1. Au moyen des engrenages qu'on applique ordinairement aux machines à carder, et tous les autres cylindres ou rouleaux travailleurs, distributeurs, délivreurs, etc., peuvent être mus par les moyens ordinaires, avec la vitesse requise et variable, suivant les circonstances ou le désir du fabricant. Lorsque les organes travailleurs de la cardeuse sont mis ainsi dans un état de rotation, les fibres des matières sur lesquelles on opère sont enlevées au tambour A en ligne horizontale d'une extrémité du cylindre à l'autre par les divers rubans de cardes sans fin *a*,*a*,*a* qui marchent et opèrent tous simultanément. Ces rubans circulent dans leur course sans fin par le frottement au contact de leur face plane, et non armée sur la périphérie du cylindre B ; mais on pourrait leur imprimer le mouvement par tout autre moyen qu'on jugerait convenable.

Lorsque les fibres de la matière sur laquelle on opère avec la cardeuse sont amenés par les différentes cardes sans fin presque vis-à-vis les cylindres étireurs F,F, le ruban de matière produit par chacune de ces cardes étroites peut être enlevé par un peigne ; mais je préfère conduire l'extrémité de chacun d'eux entre des courroies voyageuses G, qui passent latéralement en directions opposées à l'aide des moyens connus, et par conséquent roulent ou tordent légèrement les fibres de la matière pour en faire des boudins, et leur donner une certaine consistance qui permet de les enlever sur les cardes sans qu'il soit besoin pour cela d'employer un peigne. Ces boudins sont alors passés entre les cylindres étireurs F,F et conduits aux rouleaux d'envidage ou bobines H, sur lesquels on les enroule ; ou bien on peut les saisir au moment où ils cessent d'être pincés par les cylindres étireurs, ou par tout autre moyen qu'on jugera convenable.

Il est bon de remarquer que, suivant cette disposition, les cardes sans fin enlèvent les fibres de la laine, coton ou autre matière au tambour principal d'une manière simultanée et suivant une ligne horizontale parallèle à l'axe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ce tambour ; ce qui fait qu'il y a toujours des quantités parfaitement égales de matière cueillie ainsi, et par conséquent que les boudins qu'on produit sont d'une égale épaisseur et d'une substance bien uniforme.

Quoique les rubans de cardes aient été représentés comme divisés en deux séries, cette condition n est pas absolument nécessaire ; on les a disposés ainsi pour que la totalité de la matière cardée puisse être transportée en avant pour former des boudins distincts, sans courir le risque que l'un d'eux emprunte une portion de la matière de celui qui est voisin ; ce qui pourrait bien arriver s'ils voyageaient côte à côte sur le même plan. D'ailleurs cette disposition semble plus avantageuse, attendu qu'elle fournit plus de place sur les cylindres tireurs, et que, si on le jugeait nécessaire, on pourrait placer des entonnoirs en avant des cylindres étireurs pour donner un plus grand degré de tors aux boudins, ainsi qu'on le pratique souvent.

La disposition des deux séries de rubans de carde doit présenter une parfaite coïncidence dans tous les points, et la matière doit arriver à passer en même temps entre les cylindres étireurs ; de plus, quel que soit le nombre de ces séries qu'on adopte, il faut que les cardes sans fin dépouillent le tambour au même moment suivant la même arête de contact, conditions que je n'ai pas trouvé de difficulté à remplir.

Dans l'arrangement des cardes sans fin en deux séries, tel qu'on le représente dans le dessin, on a jugé utile d'introduire un tablier z en soie, peau ou autre matière, tendue par deux rouleaux y,y, et qui s'étend sur toute la largeur de la machine, entre les deux séries de cardes, pour s'opposer à ce que les fibres des matières cardées ne soient portées d'un rouleau sur l'autre aux points auxquels ils se séparent. Ce tablier sans fin circule dans la direction de la flèche par le frottement dû au contact que la face supérieure éprouve de la part des cardes ; ou bien on peut, comme les autres autres pièces de la machine, le faire marcher par un renvoi mécanique de mouvement. Il est utile, dans tous les cas, de faire remarquer que de ces deux rouleaux de tension, celui inférieur doit être amené aussi près qu'il est possible de l'angle formé au point où les deux séries de cardes se séparent, car c'est à cet angle que les fibres risquent de passer d'un ruban sur ceux qui sont voisins, si on n'y prenait pas garde, et c'est justement ce tablier qui est destiné à prévenir cet effet.

Fabrication accélérée et perfectionnée des canons de fusil et des pièces de canon.

Par M. J. Roose, de Birmingham.

Le mode de fabrication que je propose s'applique principalement au soudage des bords ou joints des canons de fusils de chasse ou de munition, ainsi que des pièces de canon de grosse artillerie qu'on fabrique à l'aide de l'enroulement d'un ruban de métal ; les perfectionnements consistent d'abord dans un moyen particulier de passer la maquette ou le canon en partie formé à travers les cannelures d'une paire de cylindres ou le trou d'une filière à coussinets, et en second lieu dans un mode particulier pour souder la maquette des gros canons. Commençons par donner une idée du premier perfectionnement.

A, fig. 3, pl 60, représente une filière en forme de pince dont les mâchoires laissent entre elles une ouverture dont l'entrée élargie est elliptique ou bien ovale ; B est la monture de cette pièce, dans laquelle s'ajustent des coussinets mobiles, portant chacun sur le dos un ressort dont la force est réglée suivant celle de la matière dont la maquette est composée. Chacun de ces ressorts est fixé ou rendu immobile dans sa position en le courbant aux deux bouts, et à l'aide de rebords ménagés sur les faces intérieures de la monture de la filière, ou bien par une vis qui le retient sur le dos des coussinets ; S,S,S,S sont des buttoirs ménagés dans la monture pour que les coussinets ne glissent ou ne se déplacent que d'une étendue au delà de laquelle les ressorts pourraient être endommagés.

G, fig. 4, est une broche ou tige de fer ou d'acier, portant un anneau ou embase en fer ou en acier, soudé à quelque distance de l'une et l'autre de ses extrémités, pour empêcher que le canon ne soit forcé et chassé quand on le soumet à la pression soudante, et qu'on le passe à travers l'ouverture des coussinets entre les mâchoires de la filière. L'extrémité du plus petit diamètre extérieur du canon est introduite la première entre les coussinets, et comme il y a des ressorts, et que l'ouverture entre ces coussinets est de forme elliptique ou ovale dévoyée, il s'ensuit, d'une part, que l'instrument comprime également bien la petite extrémité du canon et le gros bout où est placé le tonnerre ; et, de l'autre côté, que le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

canon se trouvant retenu par l'embase de la broche de fer, fig. 4, ne peut ainsi reculer, ce qui fait que la pression qu'il éprouve lors de son passage entre les coussinets se porte toute entière sur les joints des biseaux ou des spirales, et par conséquent les soude immédiatement. La filière à coussinets est placée par les ouvriers au moment du passage dans un fort buttoir disposé à cet effet ; et c'est quand cette disposition est faite, qu'on fait passer le canon (à l'intérieur duquel on a enfilé une broche) à travers l'ouverture des coussinets à l'aide d un banc à tirer. Si un passage ne suffit pas, on réchauffe et on passe autant de fois que cela est jugé nécessaire.

F, fig. 7, représente un tablier placé en avant des cylindres et semblable à ceux employés actuellement par les fabricants de canons aux cylindres, avec cette exception toutefois que cet appareil porte deux barres de plus. Ces barres ont pour objet de placer sur le tablier une gouttière conductrice G et H, fig. 8 et 9, laquelle glisse dans une coulisse I, fig. 10, établie sur les deux barres du tablier. Ces pièces sont placées sur ce tablier et mises en mouvement par une roue dentée. Les paliers dans lesquels la roue tourne et qui lui servent d'appuis sont fixés sur les deux barres, fig. 11, de manière que la gouttière peut être mise en regard avec l'une quelconque des gorges du cylindre. La roue est mise en action par une bielle mue par une machine à vapeur ou tout autre moteur. Cette gouttière a pour but, lorsque le canon est sur le mandrin et placé sur le tablier pour soumettre les tours de spirales à la pression des cylindres, d'opérer sur les joints des tours une bonne soudure sans déformer le ruban et le rendre irrégulier. Les cylindres sont semblables à ceux qu'on emploie actuellement pour façonner les canons de fusils, ainsi qu'on peut le voir en K, fig. 12. Du reste, pour expliquer plus clairement la manière dont mon invention peut être mise à exécution, j'entrerai encore dans quelques détails à ce sujet.

D'abord je prends un ruban de fer ou d'une étoffe de fer et acier ou tout d'acier de la longueur, largeur et épaisseur convenables, dimensions qui dépendent de l'espèce de canon que je veux fabriquer et je le tourne en spirale, le serre et le convertis en une maquette qui a la forme d'un canon.

Si j'en veux faire un canon tordu, je le tords de la même manière que cela se pratique aujourd'hui chez les canonniers qui s'occupent de la fabrication de ces sortes de pièces.

Dans cet état je place cette maquette ou ébauche de canon dans le fourneau et j'insère la broche ou tige de fer, fig. 5, dans le canon fig. 6, par derrière le fourneau, de manière qu'on puisse saisir cette broche et l'enlever du fourneau a l'aide de pinces, et porter sur le banc à tirer aussitôt que le canon sur le mandrin a acquis une bonne chaleur soudante. Sur le derrière du fourneau j'ai donc ménagé une ouverture de façon à ce qu'on puisse par celle-ci introduire la broche dans le canon et enlever celui-ci en avant avec cette broche passée à l'intérieur.

Dans cet état on saisit donc la broche avec les pinces et la filière étant fixée dans son bâti, à l'une des extremités du banc à tirer on accroche les pinces à la chaîne, et celle-ci entraîne la broche avec le canon qui l'entoure, rapproche les biseaux joints ou bords, les soude ensemble et en même temps les pare et les unit. La filière avec ses coussinets est placée par les ouvriers à l'extrémité du banc à tirer et jetée dans l'eau aussitôt après qu'on s'en est servi pour la débarrasser de tout oxide ou scories : son bâti est immédiatement en avant de la gueule du fourneau.

La broche à l'intérieur du canon étant donc saisie par les mâchoires de la pince, la chaîne est mise en mouvement et fait passer le canon toujours avec la broche à l'intérieur entre les coussinets de la filière, ce qui comprime les uns sur les autres les bords opposés de la spirale du ruban ; l'embase de cette broche sur laquelle appuie le canon pendant qu'il est soumis à la pression des coussinets, et les ressorts que ceux-ci portent sur le dos permettant à cette pression de s'exercer tout aussi bien sur le petit que sur le gros bout du canon.

Plus il y a de matière dans la maquette et plus aussi la pression est grande sur le canon par suite de la résistance qu'opposent les ressorts.

Le canon étant alors tourné légèrement sur son axe, est repassé à travers la filière, ainsi qu'on l'a dit précédemment, puis on retire la broche qu'on avait passée à son intérieur. Dans cet état on le chauffe, on y insère un mandrin et on le fait passer par les cylindres pour en unir et dresser l'intérieur et lui donner la forme et les dimensions convenables.

Je ferai remarquer ici qu'il faut veiller à ce que la pression sur le canon ne soit pas assez considérable pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'allonger, mais seulement suffisante pour lui donner la forme requise, le tirer d'épaisseur et le parer parfaitement tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Ce perfectionnement dans le procédé de fabrication des canons de fusil est tellement important, qu'il permet de livrer ceux-ci à un prix très-réduit, tout en leur conservant une qualité et une force supérieures qui sont dues au petit nombre de chaudes auxquelles il est nécessaire de soumettre les matières dont le canon se compose, ainsi qu'à la célérité de l'opération. D'ailleurs il est facile de voir que ce perfectionnement a bien plutôt une tendance à améliorer qu'à détériorer la nature du fer, et que sous ce rapport il présente pour la fabrication des canons des avantages manifestes.

Voici maintenant l'autre partie de mon invention qui a rapport au soudage des pièces de canon rubanées en fer forgé.

Je prends une barre de fer ayant les dimensions requises pour le canon que je me propose de fabriquer, et je l'introduis dans le fourneau. Quand elle a acquis une chaleur suffisante pour qu'on puisse la rouler en spirale, je place une de ses extrémités que j'ai trempée préalablement dans l'eau entre un mandrin et une bride que porte un barillet. C'est dans ce barillet qu'on introduit dans un trou l'axe carré du mandrin conique dont l'autre bout roule sur un appui. Ce barillet est mis en mouvement à l'aide d'une poulie ou d'un cabestan qui se rattache à la machine à vapeur ou un autre moteur, et tourne par conséquent sur ses axes, et comme il existe en avant et tout près de ce mandrin une barre de fer servant de guide, il en résulte que le ruban de fer rouge s'enroule en spirale autour du mandrin, à peu de chose près de la même manière qu'on enroule aujourd'hui les rubans pour fabriquer les canons de fusils rubanés.

Je me sers de mandrins coniques pour pouvoir opérer la dépouille, c'est-à-dire enlever de dessus le mandrin le ruban tourné en spirale.

Quand le travail est terminé, je reporte au four le fer enroulé en introduisant à l'intérieur un mandrin creux qui fait saillie des deux côtés et sort à l'extérieur du fourneau, afin qu'on puisse injecter de l'eau à l'intérieur de ce mandrin creux, si on le juge convenable.

Lorsque la maquette a atteint une bonne chaleur soudante, on l'enlève du fourneau avec des grues, une des extrémités du mandrin est passée dans une cavité percée dans le corps d'un lourd marteau, et l'autre extrémité du même mandrin est de même introduite dans une cavité que porte la face plane de l'enclume. Ce marteau glisse dans son mouvement d'ascension et dans sa chute sur l'extrémité du mandrin de façon à battre le bout de la maquette roulée, à la forger et procurer un soudage très-efficace. Ce marteau est mis en action par un arbre à cames que fait mouvoir la machine à vapeur.

La maquette roulée ne peut pas, comme on le voit, sortir de dessous le marteau, puisqu'un des bouts du mandrin est pris dans l'enclume et que l'autre passe à travers le corps du marteau qui dans ses excursions ne la dépasse jamais.

La portion supérieure du trou ou de l'œil percé dans le corps du marteau est un peu plus grande que celle inférieure pour se prêter à l'élévation suivant un arc de cercle de celui-ci.

Quand le travail est achevé, je remets une des extrémités de la maquette rubanée dans le four, conjointement avec une pièce solide placée à l'extrémité, et lorsque le tout est arrivé au blanc soudant, je porte sous un marteau de forge ordinaire, et je soude les deux pièces ensemble.

Cela fait, je chauffe de nouveau, et j'amène sous un marteau de forge pour parer à l'extérieur, donner la forme convenable, et mettre la pièce en état d'être tournée et percée.

Pour l'intelligence plus complète du procédé qui vient d'être indiqué, je donnerai la description de la figure des machines qui servent à ces diverses opérations.

Fig. 13, mandrin servant à rubaner ou enrouler la maquette, vu en élévation.

Fig. 14, vue, aussi en élévation, du gros marteau forgeur qui sert à travailler et souder la maquette.

Fig. 15, plan du même marteau.

Dans ces diverses figures, les mêmes chiffres indiquent les mêmes objets.

1. Mandrin conique qui sert à enrouler le ruban, et dont la conicité sert à retirer celui-ci après son enroulement.

2. Manchon avec un collet, qui sert à pincer le bout du ruban entre lui et la base du mandrin, afin de maintenir l'extrémité de ce ruban et produire l'enroulement sur ce mandrin.

3. Pointe qui sert d'axe au mandrin, et sur laquelle il tourne.

4. Griffe qui sert à mettre le man-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chon et le mandrin en mouvement quand il est nécessaire.

5. Montants sur lesquels s'appuient et roulent la pointe 3 et l'extrémité en forme de tourillon du mandrin.

6. Barre guide ou plaque en fer placée en avant et tout près du mandrin pour empêcher le ruban de fer rouge de chevaucher ou de passer sur ce mandrin sans s'y rouler en spirale serrée.

7. Gros marteau mis en action par un arbre à cames pour forger et souder la maquette rubanée à l'instant où elle sort du fourneau.

8. Chariot sur lequel la partie postérieure du marteau et de son manche roule et trouve un point d'appui.

9. Arbre carré mené par la machine à vapeur et qui fait tourner les cames.

10. Crochet pour relever et tenir le marteau hors de prise avec les cames lorsqu'il ne doit pas fonctionner.

11. La maquette roulée en spirale et enfilée sur le mandrin, lequel fait saillie des deux côtés et pénètre dans le corps du marteau et dans celui de l'enclume pour empêcher cette maquette de sortir pendant qu'on la forge pour la souder.

Épreuves supportées par des canons des fabriques de MM. Renette et Gastine, et de M. Albert Bernard.

Par M. Séguier.

Une louable émulation s'est emparée des artistes qui fabriquent des canons de fusils.

Déjà nous avons eu l'honneur de signaler (voir p. 170) de remarquables résultats obtenus par MM. Renette et Gastine, et par M. Léopold Bernard.

Nous demandons encore aujourd'hui la permission d'entretenir un instant le lecteur des épreuves nouvelles que ces canonniers ont fait subir aux produits de leur fabrication.

Nous présentons d'abord deux canons confectionnés par le procédé inventé par MM. Renette et Gastine, c'est-à-dire des canons composés de deux rubans triangulaires roulés en hélice et superposés de façon à ce que le sommet du triangle d'un des rubans coïncide avec la rencontre des arêtes de la base de l'autre.

Le premier des deux canons que nous présentons est long de 71 centimètres et du poids de 840 grammes; il a subi successivement des charges de 20, 30, 40, 50 grammes de poudre, et de 114, 171, 228, 285 grammes de plomb; il a enfin résisté à la charge énorme de 60 grammes de poudre non tassée., et de 320 grammes de plomb de chasse n° 4, c'est-à-dire à quinze charges ordinaires.

Le second canon, de la même longueur et du même poids que le premier, après avoir supporté des charges composées de 20 et de 40 grammes de poudre avec quatre et sept balles, a subi comme dernière épreuve une charge de 50 grammes de poudre et de huit balles de plomb. De telles charges, qui occupaient dans le premier canon 43 centimètres de hauteur et 34 dans le second, n'ont fait éprouver à ces deux canons que de légères ondulations et une minime courbure à l'extrémité de l'un d'eux. Nous déposons, avec ces deux canons, le procès-verbal des épreuves, attestées par de nombreux témoins, parmi lesquels nous citerons un nom que l'Académie entend toujours avec bonheur, alors même qu'il lui rappelle une perte douloureuse, celui du frère de M. Savart.

Les épreuves auxquelles M. Albert Bernard a soumis les canons d'acier fondu, d'acier corroyé, d'acier allié de 1/15 de fer façonnés dans ses ateliers, sont également bien dignes d'être citées.

Un premier canon d'acier corroyé de 72 centimètres de long, du poids de 832 grammes, après avoir supporté des charges de 20, 30, 40 grammes de poudre, et de 120, 180 et 240 grammes de plomb, n'a cédé que sous une charge de 50 grammes de poudre et de 300 grammes de plomb, avec addition de 6 centimètres de terre au bout du canon.

Un second canon de même longueur, du poids de 822 grammes en acier fondu, n'a cédé, après des épreuves progressives, que sous une charge de 60 grammes de poudre et 360 grammes de plomb; cette charge occupait 57 centimètres de la longueur du canon.

D'autres canons d'acier corroyé et d'acier allié de 1/15 de fer n'ont crevé que sous des charges de 40 grammes de poudre et de 240 grammes de plomb, avec addition de 12 centimètres de terre, laissant entre les charges et la terre un espace vide.

Enfin, un canon double, du poids de 652 grammes, en acier corroyé, a résisté sans altération à des épreuves composées de 30 grammes de poudre et de 180 grammes de plomb, avec addition de une et deux balles, placées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à distances et éloignées des premières charges.

Une émulation qui a fait obtenir de tels résultats, était bien digne d'être rapportée ; elle trouvera, nous en sommes certain, dans l'assentiment du public la plus honorable de ses récompenses.

Ressorts à air comprimé ou pneumatiques pour véhicules.

Par M. L. Bissell.

Les ressorts pneumatiques, dont le principe de la construction est basé sur la compressibilité de l'air, ne sont pas nouveaux. Déjà, en 1839, M. Bursttall avait pris une patente pour des tampons de wagons de chemins de fer établis sur le même principe, et plus tard MM. Stephenson, Bowman, Mallet, Church, Raulin, etc., ont été patentés ou brevetés pour des moyens de substituer l'élasticité de l'air à celle des ressorts en acier. Voici une nouvelle solution de ce problème qu'on doit à M. L. Bissell, de New-Jersey, aux États-Unis, qui paraît simple et efficace, et qui d'ailleurs, dans les applications, a paru faire un bon service.

Les ressorts pneumatiques de M. Brissell consistent en un cylindre fermé aux deux bouts qui renferme de l'air comprimé sur lequel agit un piston. L'air est introduit à la pression convenable, au moyen d'une pompe foulante, par une ouverture ménagée dans le couvercle du piston, et qui est fermée par une soupape s'ouvrant de dehors en dedans. Le piston est massif et en fonte ; il porte une tige qui, par le bas, joue dans une boîte à étoupe, et vient s'appuyer dans une crapaudine sur le cadre ou train du véhicule. La face supérieure du piston est garnie d'un cuir embouti qui s'adapte très-exactement dans le cylindre, et s'applique contre sa paroi sur une hauteur d'environ 5 centimètres. Ce cuir est maintenu sur le corps du piston par une plaque de serrage et un écrou ; l'espèce de godet qu'il forme par-dessus est rempli de blanc de plomb sur lequel repose une couche assez épaisse d'huile, afin de rendre le piston imperméable à l'air. Le fardeau ou la charge qu'il s'agit de soutenir ou porter repose sur le centre du couvercle du cylindre.

La fig. 16, pl. 60, représente en coupe un ressort de cette espèce. Quatre ressorts de ce modèle ont été appliqués à un wagon à 8 roues pour voyageurs, et qui, tout chargé, pesait environ 10 tonneaux. Le cylindre est en fonte de 16 centimètres de diamètre, 25 de longueur et 2 d'épaisseur.

A, ouverture par laquelle on introduit l'air et le comprime à l'intérieur du cylindre ; B la traverse qui porte la caisse du wagon ; C le cylindre ; D le point d'appui de la tige du piston sur le train ; E le cuir embouti ; F la plaque de fonte qui sert à le maintenir ; G la soupape à ressort ; H,H les couvercles supérieur et inférieur du cylindre ; N l'écrou qui sert à assujettir la plaque F et le cuir embouti ; O les couches de blanc de plomb et d'huile ; P le corps du piston ; R sa tige ; S la boîte à étoupe de celle-ci.

Des ressorts de cette espèce ont été appliqués à des wagons sur le chemin de fer de Philadelphie à New-York pendant toute une année à la satisfaction des administrateurs du chemin et du public. On a craint d'abord de ne pouvoir conserver l'air dans le cylindre sous la pression énorme qui s'élevait de 15 à 30 kilog. par centimètre carré ; mais l'expérience a démontré le contraire, et ces ressorts ont, malgré un travail journalier, conservé parfaitement l'air pendant plus de cinq mois sans avoir besoin d'être rechargés.

Soufflets carrés en bois des usines à fer de Krompach.

La grande difficulté qu'on éprouve dans l'emploi du crin et du cuir pour la garniture des pistons de machines soufflantes dont les parois ou le corps sont en bois, surtout en sapin, gît principalement dans les angles que forment les parois mêmes de ce corps et les aspérités que celles-ci présentent, et qu'il paraît difficile de faire disparaître.

M. F. Müller avait déjà imaginé un corps de machine soufflante à piston où les angles étaient arrondis, ainsi qu'on le voit en E dans la coupe horizontale de ce corps que représente la fig. 21, pl. 60 ; B,D,E,F étant les parois du corps du soufflet, dont les fibres sont disposées horizontalement, *c* une tringle de remplissage en sapin bien sec où les fils du bois sont en direction verticale ; mais les bords en *a* et *b* de cette tringle s'étant dejetés au bout d'une année, se séparèrent des parois et détériorèrent tellement la garniture du piston, qu'il se perdait une quantité considérable du vent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Müller a cherché alors à remédier à cette circonstance fâcheuse, en introduisant, comme on le voit aux angles D,B,F de la figure, dans les points où les parois intérieures du corps viennent toucher celle courbe de la tringle de remplissage, des liteaux d'intercalation *d*,*d*,*d* qui engagent la tringle de remplissage entre deux queues d'aronde. On conçoit du reste que le plat de ces liteaux d'intercalation étant dirigé vers le centre de courbure de la tringle, on évite ainsi toute coupure, et on prévient aisément toute déformation dans cette partie.

Il est bon encore de remarquer que les liteaux aussi bien que la tringle de remplissage *c* ne doivent pas être aussi élevés que les parois du corps; car comme tout bois coupé en travers en se desséchant se contracte beaucoup, il en résulterait que ces parois diminueraient de hauteur et que les liteaux et la tringle qui sont taillés suivant la longueur du fil du bois se contractant moins s'éleveraient, si on leur donnait primitivement même longueur, au-dessus de ces parois et s'opposeraient à la clôture hermétique du couvercle et du fond du corps du cylindre soufflant.

Pour donner aux parois le poli nécessaire, on se sert à Krompach d'un moyen dont on avait déjà fait usage dans cette localité pour les tringles de garniture et qu'on a même fait connaître savoir : un enduit de graphite et de gélatine. Le graphite est réduit en poudre fine lavé et assorti par lixiviation, condition essentielle, attendu que les grains de sable ou ceux de mine, qu'on rencontre rendent infructueux tous les travaux de polissage. Le graphite seché après la lixiviation est mêlangé à une certaine quantité de gélatine pour former un enduit qui consiste en 50 grammes de graphite et 75 grammes de colle animale bouillie dans une quantité d'eau telle que le mélange ait la consistance d'une peinture ordinaire à la colle. La plupart du temps on ajoute un peu d'essence de térébentine au mélange et cette addition donne plus d'élasticité à l'enduit et lui procure une dessiccation plus prompte.

Dans cet état, les parois de la caisse ou corps de pompe sont à plusieurs reprises enduites à l'aide de la brosse des peintres avec le mélange maintenu à l'état tiède, en laissant bien sécher après chaque opération ; seulement il faut faire attention que dans les deux ou trois premières couches, le graphite soit réparti aussi exactement qu'il est possible. Plus tard, il faut chaque fois avant de poser une nouvelle couche, passer sur la paroi une réglette droite et très-exacte pour rechercher les points où l'enduit est plus élevé et ne pas y mettre de graphite avec la brosse. De cette manière on parvient aisément à égaliser toutes les cavités que les parois en bois pourraient présenter. Si ces parois renferment des nœuds, le graphite n'y adhère généralement pas, par conséquent il faut creuser ces nœuds depuis 20 jusqu'à 25 millimètres et remplir avec une rondelle ou une cheville de cœur de sapin, et comme cette intercalation ne peut s'opérer sans frapper ou comprimer le bois, il en résulte que la cheville insérée fait saillie sur la paroi, aussitôt qu'on la mouille ou l'enduit de la colle au graphite. Pour éviter cette saillie extrêmement nuisible, on mouille à plusieurs reprises avec l'encollage les portions renflées, on abat au rabot ou à l'instrument tranchant, et on dresse à la ponce.

Avec douze couches, on parvient généralement à donner un enduit d'environ 1 1/2 millimètre qui possède une densité assez considérable, mais encore grossière. Avec des polissoirs en acier assujettis dans des manches, on parvient en les humectant de temps à autre avec un peu d'essence de térébenthine à faire prendre à l'enduit de graphite un poli spéculaire, et cet enduit est tellement dur qu'au bout d'une année il n'est pas encore enlevé.

Si on s'écarte des proportions de graphite et de colle indiquées ou si l'on donne trop de consistance à cette colle, l'enduit se gerce et s'enlève en écailles. Des bois durs de placage et très-minces, collés sur les parois du corps de pompe, se déjettent aisément, et sont loin de remplir le but aussi bien que l'enduit en graphite.

Le piston de M. Müller consiste, ainsi qu'on peut le voir dans les fig. 20 et 21, en un plateau maintenu par deux traverses T qui y sont insérées à queue d'aronde. Ce plateau, arrondi sur les angles pour correspondre à l'arondissement du corps, est, suivant chacune de ses dimensions horizontales, de 8 millimètres moindre que la section nette de l'intérieur du corps; de plus il est réuni à l'aide de vis à une croix de St-André K,K dont les bras sont posés diagonalement dans le corps et arrondis à leurs extrémités. Entre ces bras et la face supérieure du plateau, les espaces libres Q sont remplis de telle façon qu'il existe autour du piston un bord creux au-dessous de G,G,G,H en J,J

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

large de 8 à 10 centimètres (comme on le voit plus distinctement en J dans la fig. 20). Ce bord est destiné à recevoir la garniture. La croix et le plateau sont en outre assujettis ensemble à l'aide de vis à une pièce centrale A qui sert à assembler la tige G du piston.

Un cadre G,G,G en bois sec et dur et dont la surface, excepté sur les angles arrondis, est garnie de forte tôle, complète le piston, et est maintenue de telle façon par les équerres F,F,F, que quand l'espace J,J,J est rempli par une garniture, le cadre paraît faire une légère saillie sur le plan supérieur du piston. Ainsi le cadre recouvre exactement le bord J, mais de plus il ne s'avance qu'à 4 millimètres des parois du corps du soufflet. Des vis *g,g*, insérées dans les équerres *f,f*, servent à comprimer le cadre sur la garniture et à dilater par conséquent celle-ci.

Il ne reste plus qu'à décrire la structure de cette garniture elle-même. Pour l'établir on prend une bande de grosse toile qu'on coud sous forme de cylindre et boudin avec du crin de cheval pour en faire un bourrelet aussi doux et aussi uniforme qu'il est possible, et qu'on applique avec fermeté sur le bord J,J. Ce bourrelet est garni sur les côtés qui frottent sur les parois du corps, ainsi que sur ceux où il est en contact avec la face supérieure du plateau et la face inférieure du cadre, c'est-à-dire sur trois côtés, d'un cuir de vache bien corroyé avec le côté de la chair tourné en dehors. Dans les angles, et pour donner la rondeur nécessaire et éviter les plis, on fait, à partir du bord de cuir et suivant la direction du rayon de courbure, une entaille ou coupure, puis on presse en dessus et en dessous le cuir dont les bords coupés chevauchent l'un sur l'autre. Pour éviter toute mégarde on coupe un biseau sur toute la portion qui chevauche ainsi, et enfin on coud le tout avec le bord du cuir à la toile du bourrelet et à grands points. Le chevauchement inévitable des deux lambeaux de cuir ne doit pas avoir lieu dans la partie arrondie, mais dans celle droite du bourrelet; là non-seulement il ne peut nuire, mais est avantageux, car comme il est difficile d'établir ce bourrelet avec assez de précision pour que le cuir ne fasse pas des plis dans plusieurs points de son étendue, l'inventeur en a profité habilement, pour effacer ces plis en disposant ce chevauchement dans les portions en ligne droite du bourrelet de telle façon qu'une extrémité du cuir qu'on a fendue en biseau est insérée sous l'autre extrémité coupée également en biseau. C'est aussi de cette manière, attendu que la toile du bourrelet cède facilement, qu'on allonge ou raccourcit le bourrelet.

Lorsque ce bourrelet a été inséré dans l'espace vide de ce piston on place le cadre dessus, on le comprime, puis on assujettit les équerres *g,g* pour pouvoir, comme dans tous les pistons, faire presser à l'aide des vis *g,g* la garniture sur les parois du corps de pompe. On n'a pas à craindre que le bourrelet cède en dedans, car un bourrelet qui dans la pose ne serait pas comprimé avec une certaine force, produirait difficilement une fermeture suffisante.

Les soufflets ainsi garnis sont enduits de graisse à l'intérieur, quoiqu'il soit présumable que l'enduit de graphite et l'élasticité suffiraient à un bon travail et pour empêcher le cuir de s'user promptement. Ce cuir avec une semblable garniture et des parois bien polies dure deux ans, et cette disposition procure une fermeture si exacte qu'à Krompach on n'a pas songé un seul instant, pour donner le vent aux hauts-fourneaux marchant au charbon de bois, à la remplacer par des soufflets cylindriques.

Note sur une soupape de sûreté d'un grand diamètre et sans charge.

Par M. P. Chopineaux, de Saint-Omer.

Les soupapes de sûreté actuelles présentent, comme on sait, de graves inconvénients que tous les mécaniciens et les ingénieurs ont reconnus depuis longtemps, et auxquels il serait urgent de mettre un terme.

Les soupapes ont entre autres le grave défaut d'être d'un diamètre insuffisant, de manière qu'elles ne livrent passage qu'à une faible quantité de vapeur qui, par son écoulement lent et peu considérable ne décharge pas la chaudière assez promptement. Il est bien constant en effet que l'ouverture de la soupape de sortie, dans une machine à vapeur, ne fait dans les premiers instants descendre la pression que d'une faible quantité, ce qui ne fait pas disparaître instantanément la cause du danger; mais, de plus, qu'en cas de chauffage des parois, ou dans les balancements qui peuvent avoir lieu dans la masse liquide qui remplit les chaudières des locomotives ou des machines de navigation, il peut se rencontrer des cas où la génération de la vapeur soit plus ra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pide que la soupape de sûreté ne peut en évacuer dans un même temps, ce qui, loin de conjurer le danger, laisse dans une funeste sécurité qu'il importe de faire disparaître.

Mais, dira-t-on, pourquoi n'a-t-on pas augmenté le diamètre des soupapes de sûreté, surtout pour les locomotives, et pourquoi l'administration a-t-elle fixé par ordonnance des orifices qui paraissent insuffisants ? Les raisons en sont bien simples : d'abord les ingénieurs ont pensé que dans les cas les plus ordinaires les orifices indiqués devaient suffire pour décharger la chaudière, sans tenir compte, ce qui était le plus important, des cas exceptionnels qui sont les plus dangereux, et ceux précisément où les appareils de sûreté devaient avoir le plus d'efficacité et un jeu plus facile. En second lieu, on a cru remédier en France à cet état de choses en établissant sur les chaudières à vapeur deux soupapes de sûreté qui ont bien, il est vrai, quelque avantage, puisque l'une d'elles est généralement prête à fonctionner dans les cas ordinaires quand quelque obstacle imprévu s'oppose au jeu de l'autre, mais qu'on n'a jamais vu se lever simultanément, ni même l'une après l'autre, en cas de tension croissante et de danger de plus en plus imminent. D'ailleurs, malgré les assertions des ingénieurs, il n'est pas encore bien démontré que ces deux orifices pourraient, dans ce dernier cas, prévenir toute espèce d'accident, et nous pourrions citer plusieurs explosions de chaudières qui étaient pourvues des deux soupapes de sûreté de l'ordonnance, et ayant les diamètres prescrits par l'instruction qui l'accompagne.

Enfin, en faisant des soupapes d'un grand diamètre, on craint, pour les charger convenablement, d'être obligé d'employer des poids considérables, ce qui serait un fardeau énorme pour les locomotives, et rendrait cet excès de charge sur le sommet de la machine embarrassant et dangereux.

Dans cet état de choses, j'ai pensé qu'on pouvait remédier à l'imperfection des soupapes de sûreté des machines à vapeur en augmentant beaucoup leur diamètre, ou plutôt l'orifice de décharge percé dans les parois de la chaudière, mais sans avoir recours au poids dont on les a chargées jusqu'à présent ; en un mot, de faire une soupape de sûreté non chargée. Je vais faire connaître le moyen que j'ai employé à cet effet, et qui se trouve esquissé dans la fig. 22, pl. 60, en laissant aux mécaniciens et aux constructeurs le soin de perfectionner ou de modifier les dispositions mécaniques qui le composent, tout en conservant son principe.

Sur les parois d'une chaudière à vapeur V, je perce une ouverture circulaire d'un diamètre beaucoup supérieur à celui que prescrit, à épaisseur de métal et tension égales, l'ordonnance du 22 mai 1843. Je perce également deux autres trous X et Y dans le voisinage du premier ; puis sur la grande ouverture je place une soupape en forme de capsule ou de godet portant sur le milieu de son fond une tige A'. Sur ce corps de soupape je renverse une boîte B,B parfaitement rôdée sur les parois de la soupape. Cette boîte est percée à son fond et porte une sorte de siphon C,C, percé dans toute sa longueur, qui vient se fixer avec des boulons sur le trou Y, percé dans la paroi de la chaudière. Ce siphon est lui-même perforé d'un trou qui le traverse de part en part, suivant une section transverse, et est destiné à recevoir une espèce de tiroir D,D. Ce tiroir, qui fait lui-même l'office de soupape de sûreté, n'a pas, comme celle-ci, l'inconvénient d'avoir une surface annulaire de recouvrement qui apporte de l'incertitude sur la mesure de la surface réellement pressée par la vapeur, puisqu'il porte simplement par son extrémité inférieure sur un bord tranchant ou biseau annulaire ménagé sur la paroi de la chaudière ; ce qui délivre en même temps des inconvénients dus aux phénomènes d'adhérence qui se manifestent entre deux surfaces polies, rôdées, et rend en outre moins sensible l'effet de l'interposition d'un corps étranger. On remarque sur ce tiroir d'abord deux mentonnets tournés en sens inverse x et y, ensuite une entaille D', et enfin une boule ou sphère D'' qui le surmonte.

Cela posé, voici comment fonctionne cet appareil. La vapeur qui remplit toute la partie supérieure de la chaudière, et presse par conséquent sur la face inférieure de la soupape A, pénètre en même temps par l'orifice Y dans le siphon C, puis dans la boîte B, où elle vient presser avec la même tension la face supérieure de cette soupape. Celle-ci, qui éprouve des pressions parfaitement égales sur ses deux faces, reste donc immobile, quelle que soit la tension de la chaudière.

D'un autre côté, le tiroir D a dû être chargé d'un siphon ou d'un poids D'' proportionnel au diamètre de l'orifice X qu'il recouvre, et à la tension qu'on veut faire acquérir à la vapeur à l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

térieur de la chaudière. Une fois équilibré ainsi, le tiroir interdit toute fuite à la vapeur tant que la tension de celle-ci ne s'élève pas au delà de la limite fixée ; mais aussitôt que celle-ci est dépassée, ce tiroir, qui n'a que très-peu de frottement, est soulevé par la vapeur ; le mentonnet y vient buter contre la paroi du siphon, et un petit déclic s'interpose sous le mentonnet x pour maintenir le tiroir ouvert. Dans cette position, l'entaille D′ correspond d'une part avec le conduit interne du siphon C, et d'autre avec l'air extérieur, de façon que la vapeur qui arrive par ce conduit s'écoule dans l'atmosphère.

A peine cette communication est-elle établie, que la pression que la vapeur exerçait dans la boîte sur la face supérieure de la soupape A cesse tout à coup, et celle sur la face inférieure subsistant toujours, que la soupape s'ouvre instantanément en livrant une large ouverture d'évacuation à la vapeur, qui en un instant s'écoule en abondance par cette voie qui lui est offerte.

La tige A′, que porte la soupape, est destinée à empêcher celle-ci d'aller frapper avec trop de force sur le fond de la boîte B. En effet, son extrémité formant bouchon, vient s'appliquer lors de l'ascension sur l'orifice du siphon C, et le peu de vapeur qui existe encore dans cette boîte acquiert suffisamment de ressort pour s'opposer au choc violent entre ces pièces.

Quand la tension de la vapeur est descendue au point convenable dans la chaudière, et qu'il n'y a plus de danger, on dégage le cliquet qui retenait le mentonnet x, et par conséquent tenait soulevé le tiroir D. on l'abaisse à la main, et aussitôt la vapeur pénétrant de nouveau dans la boîte B ferme la soupape en rétablissant l'équilibre sur ses deux faces.

Ainsi, dans notre soupape, il y a aussi deux appareils de sûreté, l'un D, qui peut fonctionner avec toute la délicatesse qu'on désire, et peut déjà servir à balancer de faibles excédants de pression sans perte bien sensible de vapeur, et l'autre qui, en cas de danger croissant et imminent, livre à la vapeur une grande ouverture d'évacuation qui décharge la chaudière avec une très-grande promptitude.

Le principe qui préside à la construction et au jeu de cette soupape me paraît devoir être d'une application utile ; seulement, je le répète, je laisse aux mécaniciens et aux constructeurs le soin d'établir les détails de son installation comme ils le jugeront convenable, et d'après les données de la pratique et de l'expérience.

Rapport fait à l'Académie de l'Industrie sur les grands appareils de chauffage de M. Léon Duvoir-Leblanc.

Par M. F. Malepeyre.

(Fin.)

Quelques personnes avaient pensé depuis longtemps qu'il serait sans doute possible de combiner le chauffage avec la ventilation, de telle manière que l'air frais qu'on emprunterait au dehors, qu'on chaufferait, puis verserait dans l'intérieur des bâtiments, fût élevé à une température et en quantité telles qu'il pût suffire à la fois à l'entretien du degré de chaleur voulu à l'intérieur et au renouvellement de la masse d'air nécessaire pour la salubrité. Personne, toutefois, n'avait fait l'application de cette idée qui offrait en effet des difficultés pratiques d'exécution devant lesquelles on reculait. M. Léon Duvoir-Leblanc n'a pas craint d'aborder ces difficultés, et nous devons dire à sa louange que son système de ventilation, combiné avec son système de chauffage, est aussi complet, aussi parfait, aussi ingénieux que ce dernier, et n'a rien laissé à désirer depuis qu'il a commencé à être mis à exécution. De plus, ce système non-seulement est propre à entretenir la salubrité pendant les mois froids de l'année où l'on chauffe les bâtiments, mais, avec une légère modification, il s'applique avec le même succès, ainsi que nous l'expliquerons plus loin, à une ventilation d'été, c'est-à-dire dans la saison où l'on éteint tous les feux ; chose qu'on n'avait pas encore tentée, et dont tout l'honneur revient au sieur Duvoir.

Les établissements, monuments et édifices chauffés et ventilés jusqu'à ce jour par M. Duvoir sont déjà nombreux, si on songe au petit nombre d'années qui se sont écoulées depuis les premiers essais qu'il a faits pour mettre son système en activité jusqu'au moment actuel. Parmi eux on compte à Paris le vaste palais de la Chambre des Pairs, le bâtiment du quai d'Orsay, où se réunissent le conseil d'État, la Cour des comptes et les dépendances de ces deux institutions. La maison royale pour les aliénés de Charenton, l'institution pour les jeunes aveugles, le ministère des travaux publics, celui de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'instruction publique, la manufacture royale des tabacs, l'Observatoire royal, la préfecture de police, les serres du Jardin-du-Roi, celles du Luxembourg, la vaste et belle église de la Madeleine, etc. On remarque encore des appareils de son invention à la nouvelle buanderie du Val-de-Grâce et à l'hôtel royal des Invalides, une étuve établie à la douane de Paris pour la préparation des toiles d'emballage en gras et éviter les incendies, etc... Dans les départements, on compte déjà les palais de Justice et les prisons pénitentiaires des villes de Tours et de Rodez, la préfecture de cette dernière ville, celles de Melun, de Tours, la prison pénitentiaire de Senlis, les hospices de Melun, Sainte-Reine, Blois, Vendôme, Brest, Corbeil, Tours, Brie-Comte-Robert, la poudrerie de Vonges (Côte-d'Or), les couvents de Saint-Nicolas, de la congrégation de la Mère-de-Dieu, des Dames de Bon-Secours, d'Issy, les bains de mer de Dieppe; beaucoup de chauffage chez des particuliers, entre autres chez M. le duc de Montmorency, l'honorable président de notre Académie; le prince d'Arembert, le prince de Beauveau, la princesse Bagration, MM. Rothschild, Aguado, de Boisgelin, Hottinguer, etc., etc.; et enfin plusieurs manufactures.

Comme c'est le chauffage de la Chambre des Pairs qui est à la fois le plus complet et le plus étendu, celui qui a présenté le plus de difficultés à la sagacité de M. Duvoir, tant à cause des obstacles matériels qu'il a fallu vaincre que par le peu de temps qui lui a été accordé (cinq mois) pour exécuter un aussi prodigieux travail, et enfin parce que c'est celui dont le ministre des travaux publics, les commissaires du gouvernement et divers savants distingués ont suivi le plus attentivement la construction dès l'origine et la marche depuis sa mise en activité, c'est aussi celui que nous prendrons pour exemple, afin de donner une idée du système. Mais avant de procéder, disons que presque tous les chauffages que nous venons d'indiquer n'ont été dévolus et adjugés au sieur Duvoir par le gouvernement, les préfets et administrations locales, qu'à la suite de concours sur plans et sur devis, dans lesquels il a eu à lutter contre de nombreux et parfois de puissants concurrents déjà en possession de la construction des appareils de chauffage, et que dans ces luttes publiques qui, parfois, sont devenues très-vives, M. Duvoir, établi depuis peu de temps à Paris, sans autre appui, sans autre recommandation que son mérite personnel, est parvenu à démontrer victorieusement la supériorité de son système, à le faire adopter, et lui assurer ainsi la sanction de l'expérience.

Le palais de la Chambre des Pairs, tel qu'il existe actuellement, et avec les bâtiments qu'on y a ajoutés depuis peu, présente une capacité intérieure de 70.000 mètres cubes fractionnée en une multitude de pièces, salles, vestibules, couloirs, ayant les dimensions superficielles et les élévations les plus variées. Le problème à résoudre consistait à élever et maintenir la masse d'air énorme renfermée dans cette capacité à une température constante de 15° C. pendant les mois d'hiver, et quel que fût l'abaissement de la température au dehors. M. Duvoir en a entrepris la solution à l'aide d'un système unique et général de chauffage, c'est-à-dire d'un seul foyer générateur de chaleur, et qui, au moyen de l'eau chauffée et servant de véhicule à cette chaleur engendrée, la porte ensuite, par circulation, dans toutes les portions du bâtiment.

Ce système unique est calculé dans ses dimensions, son étendue et ses effets, d'après des données théoriques et expérimentales, non-seulement pour chauffer toute la capacité intérieure des bâtiments, mais en outre pour y établir sur les plus larges bases la ventilation nécessaire à la complète salubrité de ceux-ci.

L'appareil qui constitue ce système se compose d'un fourneau en forme de tour ronde établi dans un souterrain creusé dans le sol de 3 mètres 50 centimètres de diamètre et 4 mètres de hauteur, où l'on remarque d'abord avec un vif étonnement un foyer qui n'a que 1 mètre de diamètre et 0m.80 centimètres de hauteur. C'est dans cette capacité réduite, la seule où l'on opère une combustion même très-modérée, que s'engendre toute la chaleur qui doit élever la température au degré voulu des nombreuses subdivisions qui fractionnent l'intérieur du palais.

Sur ce foyer unique est placé un appareil hydro-pyrotechnique, composé d'une cloche en fer à doubles parois remplie d'eau, du sommet de laquelle part un tuyau d'ascension également unique et rempli d'eau, destiné à porter tout d'un coup dans les parties les plus élevées du palais l'eau qui, par la chaleur développée dans le foyer, a reçu une élévation de température, et qui, en vertu de sa densité moindre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'élève alors d'elle-même au sommet de ce tuyau.

Arrivée ainsi au point le plus élevé de son parcours, cette eau est aussitôt répartie entre un grand nombre de tuyaux de distribution qui la charrient dans tous les points du bâtiment qu'il s'agit de chauffer, et qui, après qu'elle s'est dépouillée de sa chaleur au profit de l'air des pièces parcourues, la versent dans un tuyau commun, lequel la ramène à la partie inférieure de la cloche pour la réchauffer et la faire circuler de nouveau.

Le chauffage s'opère par la circulation de cette eau dans près de 8,000 mètres de tuyaux de conduite en fer, tant d'ascension que de distribution de chaleur et de retour d'eau, et à l'aide de 240 poêles distributeurs et de 100 bouches de chaleur. Les poêles, qui sont aussi remplis d'eau, servent à échauffer au contact l'air des pièces dans lesquelles ils sont placés : les bouches de chaleur remplissent aussi ce but, et servent en outre à amener du dehors l'air nécessaire à la ventilation des salles, qui arrive, non pas froid, mais porté à une température convenable.

Cet air nouveau et destiné à établir une bonne ventilation est, comme on vient de le dire, emprunté au dehors ; avant d'être versé dans les pièces, il court dans des gaines en maçonnerie qui entourent les tuyaux de conduite d'eau et en sens contraire à la direction où celle-ci circule (1), de manière que s'échauffant à la course, comme s'exprime M. Duvoir, c'est-à-dire acquérant une plus haute température à mesure qu'il avance ou a parcouru un plus long trajet dans la gaine, il peut être versé à la température requise dans les pièces qu'il s'agit de chauffer, et dont il faut peu à peu renouveler l'air pour la ventilation. Plus une pièce est vaste, plus on y multiplie pour la chauffer les poêles distributeurs ainsi que les bouches de chaleur, et plus aussi par conséquent la ventilation est puissante.

Après avoir ainsi décrit d'une manière trop sommaire peut-être le bel appareil de chauffage établi dans le palais de la Chambre des Pairs par M. Léon Duvoir-Leblanc, nous avons pensé qu'on serait bien aise de trouver ici un résumé des avantages généraux que son système présente, avantages que les diverses commissions du gouvernement et des administrations locales, ainsi que des membres de l'Institut, se sont appliqués à reconnaître et à constater.

1° Le système est parfaitement simple, puisqu'il repose sur un mode unique de chauffage, sur un seul appareil générateur qui chauffe avec efficacité, et ventile avec énergie toutes les parties, même les plus reculées et les plus obscures du palais.

2° Il est éminemment économique, et c'est ce que démontre un fait décisif. Avec les anciens appareils à air établis dans le palais, qui se composaient de 22 calorifères et d'un grand nombre de poêles, cheminées et foyers divers qu'on était obligé d'entretenir, on dépensait en combustible et en main-d'œuvre pour cet objet environ 38,000 fr. chaque année, plus 16,000 fr. de réparations annuelles ; avec cette somme le chauffage était extrêmement imparfait, et même nul dans près de la moitié des bâtiments. Enfin, il n'y avait aucune trace d'un mode quelconque de ventilation. Avec le système établi par M. Duvoir, toutes les pièces ou salles, le musée l'orangerie, la serre, les vestibules, les couloirs, les escaliers, etc., sont chauffés et amenés uniformément à la température toujours égale de 15°, quelle que soit la température extérieure, et cela pour la somme annuelle de 12,900 fr., plus 2,000 fr. de réparations annuelles. Et ici il ne peut y avoir de déception sur le chiffre de 12,900 fr., puisque c'est celui là même fixé par M. Duvoir, et pour lequel il s'est lié et engagé envers l'administration par un marché de 12 années consécutives. Du reste nous reviendrons plus loin sur ce sujet. Faisons remarquer en passant que le système de M. Duvoir présente cet avantage, qu'on ne chauffe qu'en raison de la température qui règne à l'extérieur, et que la consommation du combustible y est constamment proportionnée au degré de froid de la saison : avantage qui ne se rencontre pas dans la plupart des modes de chauffage encore en honneur.

3° Ce système présente un mode très-perfectionné de chauffage qui remplit toutes les conditions qu'on avait vainement tenté de réaliser jusqu'à ce jour. C'est ce qu'il est facile de démontrer.

D'abord la main-d'œuvre y est réduite à sa plus simple expression, puisqu'elle se borne au transport du combustible au foyer, au chargement et nettoyage de celui-ci, et qu'il n'y a ni appareil mécanique de soufflerie ou d'appel, ni ventilation artificielle, ni pompe ali-

(1) Ce moyen pour chauffer l'air, en le faisant courir dans des gaines en direction contraire à celle des tuyaux chauffeurs, n'avait jamais été employé avant M. Duvoir, qui en est l'inventeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mentaire, etc., qu'on introduisait autrefois et qu'on introduit encore aujourd'hui dans les grands chauffages pour établissements publics en France, en Angleterre et en Allemagne. Aussi un seul chauffeur, chargé du soin du foyer et d'ajouter de temps à autre une dizaine de litres d'eau dans la chaudière une fois chargée, suffit pour le service complet du vaste palais du Luxembourg.

En second lieu, il permet de régler la température de la manière la plus parfaite dans toutes les portions du palais. C'est ce qu'on comprendra aisément après les explications où nous allons entrer.

Dans les anciens systèmes à foyers répartis en différents points d'une capacité, ou dans ceux où l'on élève la température de l'air au moyen de son contact avec des corps chauffés directement par le feu, par de la vapeur ou de l'eau en circulation, on n'avait pu parvenir jusqu'à présent à régler cette température, parce que d'une part c'est impossible avec un seul rayonnement d'air chaud, et de l'autre quand il y avait circulation d'eau, parce que l'habitude où l'on était d'emprunter, comme dans le thermosiphon, de la chaleur au tuyau de circulation, tant dans sa partie ascendante que dans la branche qui fait retour, obligeait de faire suivre à la première portion tantôt une marche à peu près horizontale qui ne donne toujours qu'une circulation imparfaite, tantôt un grand nombre de sinuosités pour satisfaire à tous les besoins du service. Ces sinuosités apportaient des obstacles considérables à cette circulation, laquelle se ralentissant dans les tuyaux, faisait perdre ainsi à l'eau sa force ascensionnelle et impulsive, la dépouillait, dès les premières parties du parcours, de la plus grande portion de la chaleur qu'elle avait acquise, et en abaissait la température à celle extérieure bien avant qu'elle eût atteint les tuyaux de retour. Il en résultait qu'on avait des tuyaux de circulation à température très-élevée dans une faible portion des bâtiments et des tuyaux totalement dépouillés de chaleur dans toutes les autres, et que, malgré des soins continuels, des dispositions particulières et la multitude des appareils qu'on était obligé d'employer, il était bien rare qu'on arrivât à égaliser les températures dans un édifice un peu étendu.

M. Duvoir a suivi une voie différente qui constitue une véritable invention et une ère nouvelle dans l'art si difficile du chauffage par circulation d'eau. Pour vaincre d'un seul coup tous les obtacles, il a porté du premier jet l'eau chauffée dans la chaudière au point culminant ou le plus élevé de sa conduite; puis là, aidé par les lois de la pesanteur, et mettant à profit la pression de la colonne d'eau dont il disposait, il a réparti ses tuyaux de distribution alimentés ainsi d'eau très-chaude, et qui n'avait encore rien cédé ni rien perdu de sa chaleur dans son ascension, dans toutes les parties des bâtiments en leur faisant suivre sans difficulté toutes les sinuosités, les différences de niveau, les rampements suivant des plans verticaux ou inclinés que l'obligeaient de parcourir l'état des constructions, l'architecture ou les décorations intérieures, ou enfin les besoins du service.

Voilà déjà un moyen très-ingénieux pour pouvoir disséminer ou mieux distribuer la chaleur dans tout le vaisseau d'un vaste palais, mais ce n'est pas là le seul dont M. Duvoir dispose pour arriver à cette bonne distribution, et, qui plus est, pour ne distribuer dans chaque pièce ou dans chaque point qu'une chaleur voulue.

Il arrive parfois que la circulation de l'eau dans les tuyaux distributeurs, quand ils sont librement ouverts, peut devenir plus active dans l'un d'eux que dans les autres; il en résulte une surélévation de température dans les salles ou pièces que ce tuyau dessert. Quelquefois aussi un échauffement de l'air extérieur, l'apparition du soleil, la réunion d'un grand nombre d'individus dans une même pièce close exigent qu'on y abaisse la température. Dans ce cas, les autres appareils sont impuissants pour satisfaire à cette condition, ou même dangereux; ils ferment les bouches de chaleur, ce qui n'abaisse la température qu'avec une extrême lenteur, et même pas du tout quand il s'agit de salles où se trouvent réunis un grand nombre d'individus. Avec l'appareil de M. Duvoir, on arrive au but de la manière la plus efficace et la plus prompte, à l'aide d'une disposition simple mais ingénieuse, faisant fonction de régulateur pour toutes les parties du palais, et qui est placé au point culminant de la conduite d'eau. Quand la température s'élève trop dans une pièce, ou lorsqu'on veut la modérer, il n'y a aucun travail mécanique à opérer dans la pièce; le chauffeur seul, sur l'avis qui lui en est donné, n'a qu'à tourner du degré déterminé par l'expérience et des repères une manivelle correspondant au tuyau distributeur de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la chaleur dans cette pièce, et aussitôt la circulation moins vive et l'afflux d'eau chaude moins considérable qu'auparavant, amènent dans un temps donné moins d'unités de chaleur dans la capacité ; et comme les mêmes déperditions par le rayonnement, les fuites de l'air et la ventilation qui marche toujours son train ont toujours lieu, il en résulte en peu d'instants un abaissement de température d'autant plus prompt que les bouches qui amenaient de l'air chaud peuvent alors donner de l'air froid.

Ainsi, avec l'appareil dont on doit l'invention à M. Duvoir, on obtient, d'une part, distribution égale de la chaleur dans toutes les subdivisions d'un bâtiment, et graduation à volonté de cette chaleur dans telle de ces subdivisions qu'on désire. Toutefois ces résultats, quelque nouveaux qu'ils fussent, ne suffisaient pas encore pour la répartition la plus avantageuse de la chaleur dans chacune de ces subdivisions, salles ou pièces, et cette répartition, telle que l'a établie ce constructeur, n'est pas une des inventions les moins ingénieuses de son système : elle s'exécute de la manière que nous allons indiquer.

Quand on lance de l'air chauffé dans une capacité, une salle, par exemple, si cet air est plus chaud que celui de la pièce, il s'élève aussitôt au sommet, s'étale en couche ou nappe horizontale, déplace celui plus froid qui s'y trouvait, et le force à descendre dans les parties inférieures. Il résulte de cet état d'équilibre statique qui s'établit entre les couches d'air de température inégale d'une même pièce un inconvénient grave que tout le monde connaît fort bien, c'est que tandis que les couches placées à la partie supérieure ont une température élevée, celles inférieures, dans lesquelles on est ordinairement plongé, celles qu'il importerait le plus de maintenir chaudes, restent au contraire froides, ou ne s'échauffent qu'après un long espace de temps et une consommation énorme de combustible. Tout le monde d'ailleurs a ressenti cette sensation pénible que font éprouver les couches d'air froid qui descendent ainsi, et le désagrément des appels incommodes et irréguliers d'air qui s'opèrent par suite au niveau des planchers et par dessous les portes et fenêtres.

Dans les systèmes anciens de chauffage, l'égale répartition de la chaleur dans toute l'étendue d'une même pièce était donc impossible à atteindre, parce qu'on ne pouvait y régler la température, qu'il n'y avait pas la plupart du temps de ventilation suffisante, et que les appels s'y faisaient de la manière la plus arbitraire. Dans le système de M. Duvoir, au contraire, cette distribution s'établit d'elle-même et sans effort, et tout dépend de la manière dont il place les bouches qui déversent l'air chaud dans la pièce, ainsi que les orifices à l'aide desquels il appelle continuellement l'air le plus froid et l'évacue au dehors. Ces orifices se trouvant dans son système placés à la partie basse et près du parquet, il en résulte que c'est toujours l'air le plus dépouillé de chaleur qui se trouve évacué, et que l'air chaud descend ainsi par nappes horizontales successives pour chauffer les parties basses et suffire aux déperditions produites par les appels.

Remarquons à ce sujet que les lois de la saine physique indiquaient que c'étaient précisément ces couches inférieures et froides, celles au niveau du plancher où se rassemblent l'acide carbonique produit par la respiration, ainsi que d'autres matières miasmatiques qui avaient besoin d'être évacuées, et que dans les autres systèmes où l'on voulait établir un simulacre de ventilation, on dissipait d'un côté l'air chaud en l'évacuant à la partie supérieure, et on laissait accumuler les miasmes à la partie inférieure sans qu'il y eût possibilité de s'en débarrasser par cette voie.

On voit en résumé que, dans le système de M. Duvoir, il y a d'abord distribution égale de la chaleur dans toute la capacité des pièces, et ensuite évacuation continuelle de l'air vicié accumulé dans les parties les plus basses de la pièce, et enfin réchauffement des courants d'air qui pourraient s'établir par les ouvertures des portes ou des fenêtres, et qui n'occasionnent plus aucun malaise à cause d'abord de l'élévation de température qu'ils acquièrent par leur mélange avec l'air chaud descendant, et ensuite à cause de la douceur et de la modération des appels. Nous considérons l'application industrielle que M. Duvoir a faite ainsi des principes de la physique pour établir continuellement une égalité de température dans tous les points d'une masse d'air renfermée dans une capacité close, comme très-heureuse et donnant un autre caractère distinctif de nouveauté à son système de chauffage.

Au surplus, on peut consulter, sur l'efficacité du chauffage, les témoignages adressés à M. Duvoir par différents personnages importants, entre autres la lettre du 22 mars 1843, de M. Barthe,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

premier président de la cour des comptes, qui déclare que les résultats obtenus au palais du quai d'Orsay *sont excellents*, et que dans toutes les localités de cette construction il y a *une chaleur égale qui maintient la température à* 14 ou 15 *degrés centigrades*, et enfin n'hésite pas à reconnaître qu'on a *obtenu un succès complet*. M. P. Hochet, secrétaire général du conseil d'État, de son côté, dit que l'appareil de M. Duvoir donne dans les salles du conseil *une chaleur égale et qui ne produit ni odeur ni humidité*. M. Teste, ministre des travaux publics, dans sa lettre du 28 mars 1843, s'exprime d'une manière aussi nette et décisive à l'égard de divers chauffages établis par M. Duvoir, etc.

4° Ce système est parfaitement salubre, et il l'est indépendamment de toute disposition accessoire, puisque la ventilation y est intimement liée au chauffage. En effet, celle-ci s'opère avec de l'air frais emprunté au dehors, qui vient s'échauffer au contact des tuyaux renfermant l'eau chaude dont la température est à peine élevée, terme moyen à 100°; c'est cet air ainsi chauffé qui établit et entretient la température des pièces, en même temps que son affluence ou plutôt son volume est calculé pour produire la ventilation la plus étendue, celle que les expériences les plus récentes des chimistes ont considérée comme surabondante pour le libre exercice des facultés vitales chez les êtres vivants à sang chaud (1).

Notons ici que beaucoup de systèmes de chauffage encore en activité opèrent une ventilation, très-imparfaite il est vrai, à l'aide du tirage qui a lieu par les cheminées destinées à enlever les produits de la combustion des foyers; systèmes essentiellement condamnables d'abord par les frais énormes d'établissement qu'ils exigent et leur faible puissance, ensuite par un vice organique qui consiste en ce que les tirages qui s'établissent en sens contraire lors des changements de temps refoulent, par les conduits de la ventilation, les produits de cette combustion et les gaz jusque dans l'intérieur des bâtiments et des salles habitées qu'ils détériorent et rendent extrêmement insalubres.

5° Le mode de chauffage de M. Duvoir ne présente aucun danger quelconque; c'est ce qu'il est facile de concevoir par les motifs ci-après :

On n'a pas à craindre l'incendie, puisque le fourneau est tout en briques et enseveli dans un souterrain profond, et que nulle autre part il n'y a de foyer ou de feu.

La chaudière ou cloche ne peut faire explosion, car, indépendamment de ses soupapes de sûreté, l'eau n'y est pas à une température élevée. D'ailleurs, tout l'appareil est essayé à la pompe hydraulique, sous une pression infiniment supérieure à celle qu'il doit supporter (1).

6° Le service est parfaitement assuré dans les grands établissements publics qui sont chauffés avec les appareils du système de M. Duvoir, et il n'a jamais été suspendu un seul instant par accident dans les nombreux chauffages qu'il a établis, circonstance importante qui donne à son système une nouvelle supériorité sur tous les autres, où des réparations toujours nouvelles, et la plupart du temps fondamentales, compromettent à chaque instant les besoins du service.

On a cherché, dans le résumé précédent, à faire sentir les avantages généraux, nombreux et réels qui distinguent le système de chauffage de M. Duvoir, et les caractères de nouveauté et d'invention qu'il présente. On va s'efforcer maintenant de justifier encore par quelques autres considérations la bonne opinion qu'on a déjà pu se former de ce mode de chauffage.

La circulation dans des conduits suffisamment épais, disposés avec intelligence, comme l'a fait M. Duvoir, et bien assemblés, de l'eau portée à une température un peu supérieure à 100°, est le seul procédé qui réussisse pour charrier au loin la chaleur d'un foyer; ainsi dans les appareils établis antérieurement, l'eau part bien à une haute température, mais les dispositions sont si mal prises qu'elle se dépouille promptement, comme nous l'avons déjà dit, de sa chaleur, et parcourt à l'état froid une portion notable de son circuit.

(1) Consulter, sur la salubrité du chauffage, les déclarations de M. J. G. Lacornée, architecte du palais d'Orsay; celles de M. Huvé, architecte de l'église de la Madeleine, et de M. de Gisors, architecte du palais du Luxembourg, et diverses autres pièces constatant les mêmes faits.

(1) Les commissions administratives ont tenu à constater la fausseté d'une allégation qu'on a fait circuler dans le public à l'occasion du chauffage du conseil d'État, au quai d'Orsay, où, disait-on, les fuites des tuyaux avaient pourri tous les planchers. Les commissaires ont vérifié que, depuis l'établissement de ce chauffage, qui date de cinq années, il n'était arrivé rien de semblable; que tous les planchers se trouvaient intacts et dans un état d'intégrité parfait, et qu'il n'y avait que la plus insigne mauvaise foi ou la calomnie qui ait pu inventer et répandre de pareils bruits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chez M. Duvoir, l'eau de circulation part, par exemple, lorsque la température extérieure est à 15 degrés au-dessous de zéro, à 120 degrés, et n'a perdu que 40 degrés quand elle est parvenue au terme de sa course, c'est-à-dire qu'elle rentre dans la chaudière à 80 degrés, ainsi qu'on a eu maintes fois l'occasion de le constater. Cette circulation rapide s'opère, comme il a été dit, à la Chambre des Pairs, dans des conduits qui présentent en somme un développement de plus de 8,000 mètres, et il existe entre le foyer de chaleur et le poêle le plus extrême du palais une longueur de conduite de plus de 900 mètres, que suivant les besoins M. Duvoir-Leblanc pourrait porter plus loin dans d'autres circonstances, sans crainte de voir échouer son système de chauffage; ce qui donne à celui-ci un caractère de généralité, d'étendue et de grandeur auquel nous n'étions pas accoutumés avec les autres appareils établis jusqu'à présent par les ingénieurs, les architectes ou les industriels.

Le système de M. Duvoir est susceptible des applications les plus variées, et l'expérience l'a démontré jusqu'à la dernière évidence. Ainsi, indépendamment des palais, des musées, des ministères, des grands établissements publics, nous le voyons installé avec le plus grand succès dans les serres et les orangeries; à cet égard, les commissions diverses ont visité avec le plus grand intérêt plusieurs serres du Jardin du Roi qui sont chauffées par ce moyen, et entre autres celle aux orchidées, plantes délicates des régions tropicales, qui exigent une température un peu élevée, douce et moite. Cette serre, chauffée auparavant par plusieurs poêles ordinaires ou caloriféres, exigeait beaucoup de soin et d'attention, tandis que, depuis qu'un foyer unique et un bon système de circulation d'eau opèrent le chauffage, le service est devenu très-prompt et très-facile; il y a plus, c'est qu'avec ce système les plantes, jouissant par la ventilation établie à l'intérieur d'un renouvellement continuel d'air et d'un mouvement doux que leur procurent les courants d'air qui règnent à l'intérieur, se trouvent ainsi plus rapprochées de l'état de nature, et par conséquent dans un état de santé beaucoup plus satisfaisant. D'ailleurs, on peut remarquer que ce mode de chauffage perfectionné paraît être extrêmement avantageux pour ces sortes de bâtiments, puisqu'il dispense en grande partie du service de nuit sans qu'on ait à craindre un refroidissement préjudiciable à la santé ou à la vie des plantes. Au reste, tous les jardiniers des serres, tant du Jardin du Roi que du Luxembourg, sont unanimes dans leurs témoignages sur les avantages que procure ce nouveau mode de chauffage.

L'application qui a déjà été faite du système Duvoir aux hospices, aux hôpitaux, aux prisons pénitentiaires, en a fait ressortir d'une manière bien remarquable toute la supériorité pour ces sortes d'établissements. Il est en effet facile de voir qu'il est le seul jusqu'à présent qui soit parvenu à établir une égale distribution de chaleur dans toute l'étendue d'un vaste bâtiment, quel que soit le nombre des subdivisions dans lesquelles il se trouve partagé; que c'est aussi le seul qui égalise la température dans toute la capacité de chacune de ces subdivisions, grande ou petite; que seul il opère une ventilation suffisamment énergique dans ces établissements où le renouvellement d'air, trop négligé jusqu'à ce jour, est une condition d'une rigoureuse nécessité; enfin, qu'il présente une particularité tout à fait remarquable et précieuse pour les maisons de détention, c'est qu'il ne permet pas, comme plusieurs autres systèmes adoptés jusqu'ici, de communication entre les détenus par les conduits de chaleur ou ceux destinés à la ventilation.

Les lieux de réunions, les amphithéâtres, les salles de spectacles, les fabriques, les manufactures, où l'air est si souvent sujet à être vicié, retireront aussi de grands avantages de l'application de ce système; il en sera de même pour ceux où l'on redoute le chauffage direct à foyer découvert de crainte d'incendie, de ceux où l'industrie a besoin d'opérer la dessiccation prompte de diverses substances, la fixation de certaines couleurs, la macération de quelques corps à des degrés fixés de température, des cristallisations, des réactions chimiques déterminées, etc., etc.

Une des plus belles applications en ce genre qui ait été faite par M. Duvoir est le chauffage de la poudrerie de Vonges (département de la Côte-d'Or). Dans cet établissement, ainsi que dans tous les autres semblables, on sait qu'on se sert, pour sécher les poudres, de tarares ou autres appareils mécaniques de ventilation qui exigent l'emploi d'un moteur puissant et généralement d'un cours d'eau. La sécherie dans une poudrerie est ordinairement placée à une certaine distance des autres bâtiments de fabrication, afin de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prévenir, autant qu'il est possible, les causes d'accidents. Or cette disposition est à la fois onéreuse et incommode pour l'État; elle est onéreuse, parce qu'elle oblige d'établir des canaux de dérivation pour les eaux qui doivent mettre en action les appareils mécaniques de la sécherie, et incommode en ce que, pendant les gelées d'hiver, les travaux se trouvent suspendus. Le chauffage à circulation d'eau chaude avec ventilation de M. Duvoir remédie de la manière la plus complète à ces inconvénients. Dans ce chauffage, la construction des canaux de dérivation est inutile, et on sèche, par une ventilation abondante, les poudres en tout temps avec rapidité et sans avoir à redouter le moindre danger d'incendie ou d'explosion, du moins de la part du système.

Nous avons dit en parlant du chauffage des serres que l'entretien de la chaleur pendant la nuit exigeait peu de soin, et c'est là encore un des traits les plus caractéristiques de l'appareil de M. Duvoir. En effet, l'expérience a démontré qu'avec la masse d'eau dont il dispose, on peut cesser le feu sans que pour cela cet appareil cesse de fonctionner encore pendant un certain temps. La température baisse, il est vrai, graduellement dans les pièces chauffées, mais avec tant de lenteur qu'au bout de 12 heures, après cessation du feu, elle n'a fléchi que de 5 à 6 degrés dans ces espaces sans que la ventilation soit un moment suspendue. On conçoit en conséquence combien de pareils avantages sont précieux pour certains établissements publics et privés qui sont pour ainsi dire chauffés sans frais pendant la nuit et où s'entretient à l'intérieur pendant tout ce temps un air salubre et respirable.

Puisqu'il est question de ventilation, nous pensons qu'il n'est pas hors de propos de citer quelques expériences qui ont été faites à ce sujet le 5 avril 1844 par la commission chargée de la réception des travaux de la maison royale des aliénés de Charenton; commission qui se composait de MM. Gay-Lussac, le baron Séguier, Denoue, Grillon, Regnault, le directeur de l'établissement et l'architecte qui a dirigé les travaux des nouvelles constructions.

Dans ces expériences on a fait usage d'un petit anémomètre inventé par M. Combes, et avec son secours on a constaté en se servant de la formule connue les faits suivants:

1° Pour les cellules les plus éloignées du centre de chauffage qui offrent une capacité de 36 à 38 mètres cubes, l'instrument appliqué aux bouches d'écoulement a constaté qu'il s'écoulait un volume d'air de 67 m. cubes 10 par heure.

2° Pour les cellules les plus rapprochées qui offrent la même capacité, l'expérience et le calcul ont démontré que ce volume d'air écoulé était de 119 m. cubes 13 par heure.

De façon que le renouvellement total de l'air de la cellule a lieu par la ventilation en 32 minutes dans les premières et en 19 minutes dans les secondes.

3° Dans les salles et dortoirs les plus éloignés du centre, dont la capacité intérieure est de 300 mètres cubes, l'anémomètre a indiqué un écoulement d'air de 290 mètres cubes, 20 par heure, c'est-à-dire un renouvellement complet de l'air des salles à peu près toutes les heures.

4° Enfin dans les salles les plus rapprochées du foyer qui ont la même capacité, cet écoulement a été de 607 mètres cubes 75 d'air par heure ou deux renouvellements par heure de la totalité de l'air de chaque salle.

M. Robinet, membre de l'Académie royale de médecine, et professeur qui a fait beaucoup d'expériences intéressantes sur la ventilation et les magnaneries, a entrepris, dans divers établissements chauffés par M. Duvoir, à l'aide de l'anémomètre, des expériences qui sont pleines d'intérêt. C'est ainsi qu'il a constaté que chez M. Godefroy, fabricant de toiles peintes, à Puteau, dans un séchoir présentant une capacité de 753 mètres cubes, il ne fallait, à l'aide du système de M. Duvoir, que 11 minutes environ pour renouveler entièrement tout l'air intérieur; que, dans l'amphithéâtre de l'Observatoire, qui cube 1535 mètres, 23 minutes suffisaient avec la ventilation établie pour renouveler entièrement la masse d'air renfermée dans cette localité; qu'au séchoir de l'hôpital du Val-de-Grâce, qui a une capacité de 378 mètres cubes, cette masse d'air était complétement évacuée en 8,3 minutes et même en 5 1/2 minutes, et remplacée par un volume semblable d'air nouveau. Ces résultats sont attestés par MM. Payen et le baron Séguier, de l'Institut, le chef de bataillon du génie, Lemoine, M. Héricart-de-Thury, membre de l'Institut, conseiller d'État, inspecteur général des mines, etc., etc.

En présence de semblables résultats dont il n'existait pas d'exemple avant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'invention et la mise à exécution du système de M. Duvoir, on ne pourra plus contester la parfaite salubrité de son mode de chauffage et une ventilation qui peut dépasser de beaucoup celle qu'on a considérée par expérience comme suffisante pour satisfaire largement à toutes les éventualités et à tous les besoins.

Jusqu'à ce jour, dans l'établissement des appareils de chauffage, si on avait négligé la ventilation pendant l'hiver et à l'époque où l'on fait du feu, on avait encore bien moins songé à faire servir ces appareils, lorsque les feux sont éteints, à une ventilation pendant l'été : c'est une idée qui appartient à M. Duvoir et qu'il a réalisée avec le plus grand succès à l'Observatoire royal, où une foule d'auditeurs vont ainsi écouter les leçons d'un célèbre professeur à une époque de l'année où la température extérieure est très-élevée (30 degrés). A l'aide de ses appareils de ventilation d'hiver appliqués à la ventilation d'été, de quelques kilogrammes de glace et d'un très-petit foyer d'appel, cette ventilation estivale s'établit de la manière la plus régulière et la plus économique au grand avantage du professeur et de ses auditeurs, au point que, dans diverses circonstances, la température de la salle qui renfermait près de 1,000 personnes a diminué de 10 degrés, et est devenue trop basse pour le professeur et ses élèves qui s'en sont plaints hautement. On conçoit, du reste, combien un pareil renouvellement d'air serait agréable dans la saison chaude, dans les théâtres, les salles de réunion où généralement à cette époque on éprouve un malaise considérable, causé par la chaleur et une circulation d'air qui est à peu près nulle.

Les appareils de M. Duvoir ont exigé pour leur établissement, et avant d'être portés à l'état de perfection où ils se trouvent aujourd'hui, beaucoup d'expériences, d'essais, de déterminations et de calculs : c'est ainsi qu'il a fallu connaître la force à donner à la cloche, aux tuyaux de conduite, calculer le diamètre de ceux-ci en raison de la place qu'ils occupent dans la conduite, le diamètre variable des gaînes d'air chaud suivant les distances à parcourir, la surface des bouches qui versent la chaleur dans les pièces, leur nombre, la capacité des poêles-chauffeurs, la disposition la plus avantageuse à donner aux tuyaux distributeurs d'eau chaude pour que la circulation ne s'y contrariât pas, pour qu'ils aient tous au besoin une part de l'eau affluente proportionnelle au travail qu'ils doivent exécuter, etc. Or M. Duvoir a acquis sur ce sujet une si grande expérience pratique, qu'il est toujours arrivé du premier coup, sans tâtonnement et sans délais, au but qu'il s'était proposé. C'est, du reste, ce que démontre la réception immédiate de tous ses travaux par les commissions nommées à cet effet par les autorités ou les administrations, et, entre autres, celle instituée pour le Palais de la Chambre des Pairs, et celles pour la maison de Charenton, l'église de la Madeleine, le bâtiment du quai d'Orsay, l'Observatoire royal, etc., qui, dès les premières expériences, n'ont pas hésité à donner leur approbation et leur assentiment à ce beau système (1).

Nous avons dit précédemment que le système de chauffage inventé par M. Duvoir-Leblanc était économique, mais peut-être resterait-il quelque doute à cet égard, si nous ne cherchions à appuyer cette assertion par quelques preuves décisives. Nous ferons choix, pour la démontrer, du chauffage du palais de la Chambre des Pairs et de celui de l'établissement des jeunes aveugles. Le palais de la Chambre des Pairs était auparavant chauffé par un système à air chaud et vapeur composé de 8 calorifères principaux et d'une multitude d'autres moins grands, ainsi que de poêles et de cheminées répandus en divers points. La dépense totale, pour l'établissement de ces appareils, s'était élevée à 250,000 fr., et, comme ils ne chauffaient guère que la moitié du palais, il aurait fallu doubler cette somme pour avoir un chauffage égal à celui qui existe aujourd'hui; toutefois, pour rester en de-sous des évaluations, on se contentera d'ajouter moitié en sus, ce qui aurait produit une dépense totale de 375,000 fr.

D'après le tableau inséré au *Moniteur*, les frais de combustible, avec ces appareils, s'élevaient annuellement à 38,000 fr., qui, en ajoutant moitié en sus par le motif indiqué ci-dessus, donne pour dépense annuelle. . . . . 57,000 fr. »

Les frais annuels d'entretien s'élevaient à 16,000 fr., et moitié en sus . . . . . 24,000 »

La dépense de la première année. . . . . 81,000 »

Or, si on suppose un chauffage de

(1) Les certificats de M. Huvé, architecte de l'église de la Madeleine, et des autres hommes de l'art attachés aux grands monuments publics, ne laissent rien à désirer à cet égard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

douze années, tel que l'a entrepris, par un marché, M. Duvoir, on aurait le calcul suivant :

1° Frais de premier établissement de l'appareil. . .	375,000 fr. »
2° Chauffage et entretien annuels, 81,000 fr., pendant 12 ans.	972,000 »
3° Intérêts simples pendant 11 ans, de la somme de 375,000 fr.	206,250 »
4° Intérêts simples et décroissants de la somme annuelle de combustible et entretien.	247,000 »
Somme totale dépensée à la fin de la 12e année par les anciens appareils. . . .	1,800,250 fr. »

Dans le système de M. Duvoir, on a dépensé, en comprenant les travaux extraordinaires et imprévus de maçonnerie auxquels l'état vicieux des parties inférieures du vieux palais du Luxembourg a donné lieu, une somme de.. 240,000 fr. »

Les frais de chauffage s'élèvent par marché à 12,900 francs, et en y comprenant quelques feux de parade et autres, on a un total de. . 18,900 »

De façon que la dépense totale, la première année, a été de. . . . . 258,000 fr. »

On aura donc pour le chauffage des douze années :

1° Frais de premier établissement.	240,000 fr. »
2° Intérêts simples de cette somme pendant 11 ans. . .	132,000 »
3° Frais de chauffage annuel (18,900 fr.), pour 12 ans.	226,800 »
4° Frais d'entretien annuel, à raison de 2,000 fr. par an par marché, mais ne devant être payés que pendant 11 années.	22,000 »
5° Intérêts simples et décroissants, pendant 11 années, des frais de combustible annuels (18,900 fr.). .	57,645 »
6° Intérêts des frais d'entretien (2,000 fr.).	5,500 »
Somme totale dépensée au bout de 12 années. . .	683,945 fr. »
De façon que le mode de chauffage établi à la Chambre des Pairs procurera à l'État, au bout de 12 années, une économie de. . .	1,116,355 »

INSTITUTION DES JEUNES AVEUGLES.

Chauffage avec des poêles de construction, comme cela avait lieu dans l'ancien établissement.— Calcul pour 12 années.

Il a été reconnu qu'il faudrait au moins 150 poêles pour chauffer les mêmes localités que celles qui sont chauffées par les calorifères, c'est-à-dire, escaliers, couloirs, vestibules, et un poêle pour chauffer deux pièces.

150 poêles carrés, placés entre deux pièces, réduits au plus bas prix, à 200 fr. l'un. . .	30,000 f.	
Tuyaux de fumée.	3,000	
150 grilles d'entourage en fil de fer sur tringles, monture à 50 fr.	7,500	
Total de premier établissement. . .	40,500 f.	40,500 fr. »

COMBUSTIBLE.

Moyenne à 1 fr. 50 c. par jour pour chaque poêle, y compris sciage, rentrage et rangement du bois, calculé sur le prix de l'ancien établissement, par jour. 225 fr ; 212 jours de chauffage par année, 47,700 fr. ; soit pour 12 années.	572,400 »
4 hommes de peine pour transport de combustible et entretien de 150 feux, à 600 francs l'un, eu égard à ce qu'ils seront des hommes attachés à l'établissement ; soit 2,400 fr. par an, 12 années.	28,800 »
Entretien des poêles, à 10 francs l'un par an, compris toute fourniture ; soit un total par an, 1,500 fr. pour 11 années.	16,500 »
Renouvellement des poêles et tuyaux à la fin de la période, déduction faite de 2,750 fr. pour les vieux matériaux ; reste.	30,250 »
2e renouvellement, à la fin de la 12e année, semblable à celui ci-dessus. . .	30,250 »
Intérêts simples de toutes les sommes ci-dessus à la fin de la 12e année.	261,073 »
Total.	979,773 fr. »

Dépense du chauffage au moyen des appareils Léon Duvoir-Leblanc et Ce.

Prix des appareils de chauffage, compris ventilation.	70,000 fr. »
Chauffage annuel, 6,360 francs ; 12 années.	76,320 »
Entretien annuel, 1,200 francs ; 11 années.	13,200 »
Intérêts simples des sommes ci-dessus, à la fin de la 12e année.	71,416 »
	230,936 »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Différence ou économie à la fin de la 12e année. . . .	748,837	»
	979,773 fr.	»

Si on récapitule ainsi les sommes économisées à l'État ou aux hospices dans les chauffages ci-dessus, dans ceux du palais d'Orsay, de la maison de Charenton, de l'hôtel du préfet de police, de la manufacture des tabacs, de l'église de la Madeleine, de l'hôpital du Val-de-Grâce, du ministère de l'instruction publique, de l'Observatoire royal, du ministère des travaux publics, des serres du Jardin du Roi et du Luxembourg, de l'hôtel royal des Invalides, des prisons pénitentiaires de Tours, de Rodez, de Senlis, des écoles et salles d'asile de la Villette, etc.; des hospices de Vendôme, Blois, Sainte-Reine, Melun et Corbeil, etc., etc.; on arrive ainsi à une économie de près de 4 millions de francs dont l'État bénéficiera, simplement par l'adoption du système de chauffage de M. Duvoir, et sans compter beaucoup d'autres avantages matériels qu'on comprendra aisément par la lecture de ce rapport.

Avant de terminer ce résumé des rapports, nous avons pensé que, pour porter définitivement dans les esprits la conviction la plus intime sur la supériorité du système de chauffage et de ventilation qu'on doit à M. Duvoir, il restait encore à alléguer les témoignages de personnes toutes compétentes dans cette matière, et qui ont désiré dans diverses occasions rendre un hommage public à la vérité. Ces témoignages, qui sont nombreux, et dont nous déposons des copies sur le bureau, émanent, les uns de ministres et autres hommes d'État, et les autres de savants distingués, de membres de nos Académies, de commissaires du gouvernement, de fonctionnaires publics, d'employés supérieurs, et enfin des architectes attachés aux monuments chauffés par M. Duvoir, et qui ont pu suivre pas à pas ses travaux, constater chaque jour l'efficacité du chauffage, la puissance de la ventilation, la simplicité du système, la solidité et les avantages réels qu'il présente. Toutes ces pièces confirment les faits énoncés dans ce résumé, et leur donnent le plus haut degré d'authenticité et de certitude. Bien plus, M. Robinet dit, dans son rapport dont il est question ci-dessus : Les appareils Léon Duvoir-Leblanc feront une révolution générale dans les chauffages et la ventilation, et nous partageons son avis.

Arrivé au terme de ce travail, il aurait peut-être été convenable de resumer en peu de mots les caractères et les avantages du système de chauffage que M. Duvoir a établi avec tant d'habileté et de succès, et en quelques années, dans un si grand nombre de localités différentes; mais on a pu voir que ce travail lui-même n'était déjà pour ainsi dire qu'une simple récapitulation des faits constatés, vérifiés ou énoncés par un grand nombre d'hommes habiles et compétents dans cette matière, et nous croyons en conséquence devoir nous borner à répéter avec eux, que ce système est aujourd'hui arrivé à son état de perfection, qu'il remplit à moins de frais que tous ceux connus jusqu'à présent, et d'une manière bien plus efficace et plus complète, toutes les conditions d'un excellent chauffage, qu'il se trouve combiné de la manière la plus heureuse avec un système énergique toujours actif de ventilation, et qu'enfin dans plusieurs de ses détails il présente des applications extrêmement ingénieuses des lois de la physique dont on n'avait point encore songé à faire usage dans la pratique (1).

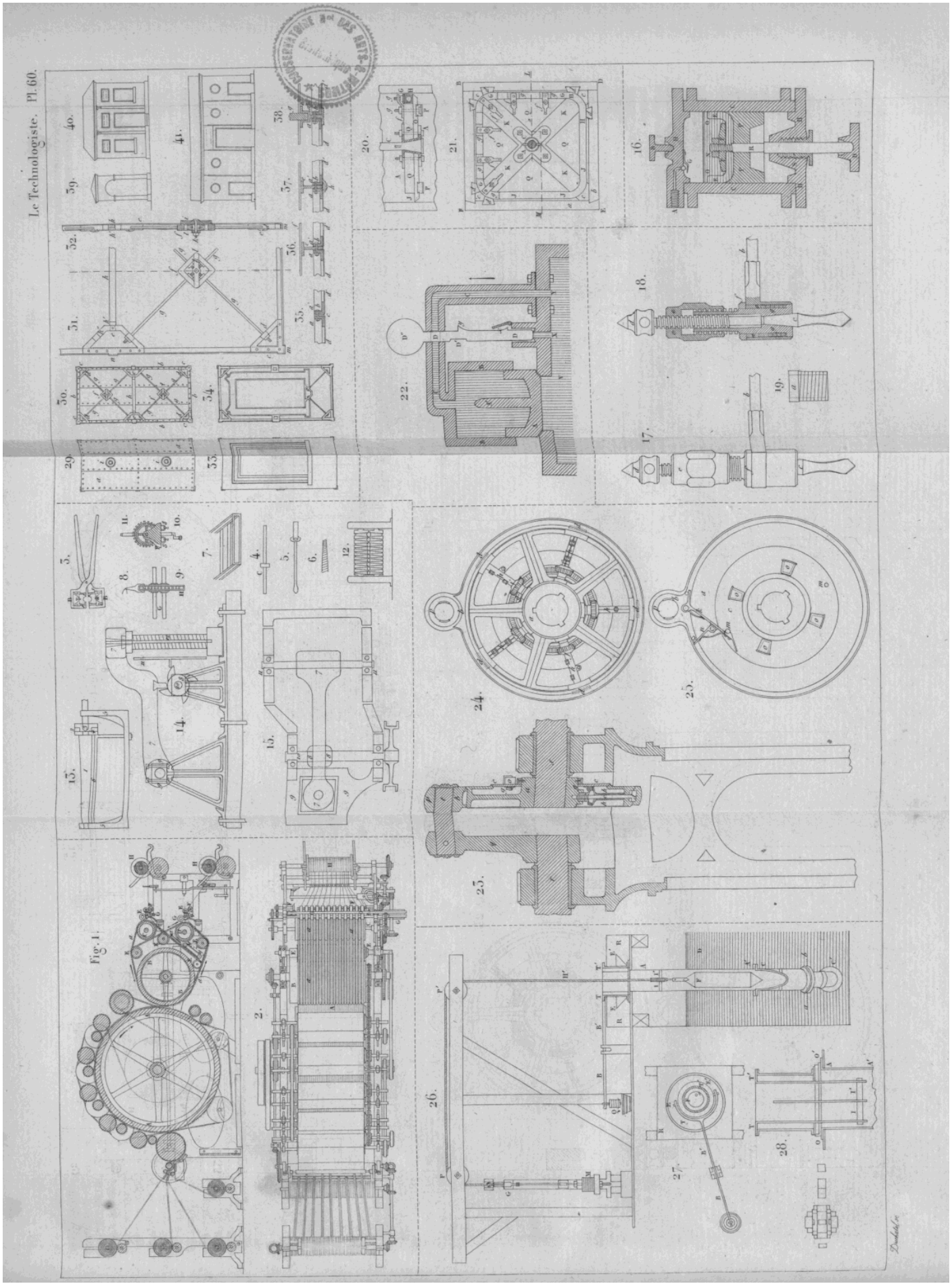
(1) Nous saisissons l'occasion qui se présente pour rappeler qu'il existe à Paris deux établissements pour les chauffages où le nom Duvoir est celui de la raison sociale; mais que ces deux établissements n'ont absolument rien de commun ni commercialement ni sous celui de la nature et du genre des appareils.

ERRATUM.

Page 498, remplacez la formule du bromure d'iode Claudet par celle-ci :

Eau distillée saturée de brôme.	6 centilitres.
Alcool absolu saturé d'iode.	1
Eau de rivière filtrée.	60

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ANALYTIQUE

PAR ORDRE DE MATIÈRES.

I. ARTS MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, DIVERS ET ÉCONOMIQUES.

1. *Extraction, traitement, alliage, analyse des minerais et des métaux, arts métallurgiques, gaz des hauts-fourneaux.*

Pages.

Expériences ayant pour but la fabrication du fer au moyen du fourneau de fusion. *J.-R. de Gersdorff.* 1
Traitement immédiat des minerais de fer dans le four à puddler. *Thoma.* 4
Quelques améliorations dans le travail du fer. *G.-B. Thorneycroft.* . . . 49
Perfectionnements dans le traitement des minerais et minéraux qui renferment du soufre. *W. Longmaid.* . . 57
Perfectionnement dans la fabrication des étoffes propres à faire des outils et instruments tranchants. *J. Boydell.* 53
Sur le palladium, son extraction et ses alliages. *W. Cock.* 97
Alliage propre à adhérer lors de la fusion sur le fer et l'acier. 99
Rapport sur des expériences entreprises sur les fontes et les fers de l'usine de Milton. *D. Mushet.* 145
Hauts-fourneaux de construction particulière. *G.-C. Kreef.* 153
Perfectionnements dans la fabrication du fer. *R.-M. Perkins.* 154
De la désulfuration des métaux appliquée à la préparation de l'acide sulfurique et à celle de l'oxide d'antimoine. *E. Rousseau.* 159
Nouveau mode de lavage des minerais. *Troughton.* 385
Moyen pour recouvrir d'acier le fer employé à divers usages. *J. Boydell.* 339
Procédé d'étamage et de zincage pour les métaux. *Morewood* et *Rogers.* . 193
Analyse du métal argentin. *Chevalier* et *Lassaigne.* 259
Nouveau procédé de fabrication des canons de fusil. *Gastine* et *Renette.* 77
Nouveau mode de fabrication du plomb de chasse. *Rolinson.* 125
Note sur les canons de fusil de M. L. Bernard. *A. Seguier.* 270
Fabrication perfectionnée des canons de fusil et des pièces de canon. *J. Roose.* 538
Epreuves supportées par les canons de fusil des fabriques de MM. Gastine, Renette et A. Bernard. *A. Seguier.* 541
Recherches sur la composition des gaz produits dans les opérations métallurgiques. *Ebelmen.* 337

2. *Précipitation des métaux sur les métaux par voie galvanique, dorure, argenture, etc., appareils.*

Mémoire sur l'application électrochimique des oxides et des métaux sur les métaux. *Becquerel.* . . . . . 6—15
Note sur la fabrication des cylindres de charbon pour les piles de Bunsen. *J. Reiset.* 68
Nouveau mode pour bronzer les médailles électrotypes. *Z.-J. Rockline.* 71
Préparation du cyanure d'or. *Desfosses.* 214
Sur le nickélisage et la platinure des métaux par voie galvanique. *R. Boettger.* 251
Application de la dorure hydro-électrique. 254
Simplification dans les appareils galvaniques. *Philippe.* 255
Emploi de l'amalgame de sodium dans les applications galvaniques. *F.-C. Henrici.* 256
Procédé pour recouvrir les tissus d'un enduit métallique. *Napier.* 257
De la réduction du laiton par voie galvanique. *H. Jacobi.* 489
Mémoire sur la coloration des métaux. *Becquerel.* 289
De la précipitation des métaux par d'autres métaux. *Becquerel.* 387—433—436
Nouvelle pile à effet constant. *H. Jacobi.* 354
De la propriété que possèdent les cyanures potassique et ferroso-potassique de dissoudre les métaux. *P. Bagration.* 355
Quelques moyens nouveaux pour la dorure et l'argenture des métaux. *O.-W. Barratt.* 307
Explication théorique des phénomènes de la dorure au trempé. *L. Figuier.* 445
Nouveau mode d'argenture et de do—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

rure par voie thermo-électrique. *W. Poole.* 449
Note sur quelques nouveaux procédés relatifs à la dorure et à l'argenture galvaniques. 492
Préparation d'un sel d'or non déliquescent. *Elsner.* 493

3. *Verres, poteries, flint et crown-glass, étamage, argentage.*

Procédé pour enduire le verre de cuivre par voie galvanoplastique. *R. Mallet.* 68
Vernis sans plomb pour les poteries. *Hardmuth.* 200
Note sur le flint-glass et le crown-glass fabriqués à la verrerie de Choisy-le-Roi. *G. Bontemps.* 407
Moyen pour recouvrir d'une couche métallique les objets en verre. *Simson.* 491
Argentage des glaces et des miroirs sans mercure. *Th. Drayton.* . . . 529

4. *Matières tinctoriales, teinture, peinture, vernis.*

Sur la constitution des gallates et tannates de fer, et des teintures à base de fer. *Ch. Barreswill.* 103
Teinture des étoffes au platine. . . . 105
De l'emploi du tartrate double de potasse et de soude dans la teinture en laine. 105
Recettes diverses pour la teinture sur coton, laine et soie. *Schrader.* . . . 106
Perfectionnements dans les procédés de teinture sur soie, laine et coton. *J. Barnes, J. Mercer.* 162
Note sur la dorure chimique des étoffes de soie. *Bretthauer.* 203
Impression galvanique des tissus. . . . 207
Technologie de la garance. *J. Girardin.* . . . . . 241—300—340
Du *crajuru*, nouvelle matière rouge tinctoriale. *J.-J. Virey.* 309
Préparation de la garancine avec les résidus de garance. *F. Steiner.* . . 345
Notice sur quelques anomalies que présente la gomme Sénégal. *D. Kœchlin Schouch.* 403
Sur les principes immédiats qui fournissent les couleurs en teinture. *F. Preisser.* 503
Nouvelle matière colorante noire. . . 535
Sur le rouge d'iode, sa préparation et son emploi dans la peinture. 109
Recherches sur les moyens d'obtenir un produit sans plomb propre à remplacer la céruse. *De Ruolz.* 155
Préparation d'un nouveau blanc pour la peinture à l'huile. *A. Vallée* et *Barreswill.* 489
Vernis vert translucide. 263
Procédé pour donner à la résine les propriétés de la gomme laque. *C. Leuchs.* 263
Sur le vernis d'une *condaminea*. *J. Goudot.* 310
De la gomme laque fondue à l'eau. *Ed. Knecht.* 455

Pages.

Procédé anglais de peinture et de vernissage des équipages. *Blaha.* . . . 494

5. *Produits chimiques, chlorométrie, alcalimétrie.*

Sur la présence du sulfate d'étain dans l'acide sulfurique. *A. Dupasquier.* 54
Du bleu de cobalt, dit outremer de cobalt. *C.-H. Binder.* 55
Perfectionnements apportés dans la fabrication de l'acide sulfurique. *C.-M.-E. Sautter.* 99
Nouveau mode de fabrication de l'alun. *W.-G. Turner.* 101
Préparation de l'acide nitrique avec le nitrate de soude du Chili. *H. Oenike.* 101
Observations pratiques sur les divers modes de préparation du protoxide de chrôme. *C.-H. Binder.* 195
Essai des manganèses par le sulfate de fer. *J.-F. Otto.* 197
Note sur la préparation de l'éther. *G. Fownes.* 202
Moyen de recueillir l'acide chromique en grosses aiguilles. *R. Boettger.* 249
Préparation de l'oxide de chrôme sous forme de feuilles roulées. *R. Boettger.* 250
Note sur l'emploi de l'iodure de potassium comme moyen chlorométrique. *J. Lassaigne.* 258
Lut pour les acides. 264
Sur la préparation du chlorure de chaux liquide. *Kunheim.* 312
Appareil pour la fabrication du prussiate de potasse. *J. Young.* 339
De la préparation du tannin *Dominé.* 346
Nouveau mode d'essai pour déterminer la valeur des potasses, soudes, acides et manganèses du commerce. *R. Fresenius* et *H. Will.* 347—397—340—483
Notice sur un nouveau procédé pour la fabrication des acétates. *Maire.* . . 405
Sur le pourpre de Cassius. *L. Figuier.* 446
Des applications du vide aux travaux industriels. *F. Kuhlmann.* 482
Préparation d'un borate de soude anhydre. *C.-M.-E. Sautter.* 534

6. *Tannage et préparation de cuirs.*

Procédé américain de débourrage, dépilage et gonflement des peaux à froid et sans fermentation. 16
Sur le système de tannage de Vauquelin. *Gauthier de Claubry.* 47
Appareil mécanique élastique pour le battage des cuirs. *G.-W. Bichon.* 161
Machine à parer et à poncer les cuirs et les peaux passés en huile. *Nisbett.* 362

7. *Matières grasses, éclairage à l'huile, au gaz, par voie galvanique.*

Procédé pour l'extraction des huiles, des produits bitumineux et leur puri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

fication. *T.-A.-W. de Hompesch.* 17
Considérations sur les causes qui amènent la coloration de l'huile de cotonnier. *A. Nativelle.* 57
Traitement de l'huile ou beurre de noix de coco pour la fabrication des chandelles et des bougies. *W.-C. Jones.* 60
Purification de l'huile de poisson. *Héritier* et *Dufresne.* 63
Éclairage des houillères. 72
Sur l'épuration et la décoloration de l'huile de graine de cotonnier. *J. Girardin* . . . . . 111—335
De la ventilation des becs de gaz. *M. Faraday.* 112
Note sur une expérience d'éclairage au moyen de la pile galvanique de Bunsen. *P.-M. Dalmont.* 113
Nouveau photomètre. 168
Disposition nouvelle dans les appareils à purifier les gaz d'éclairage. *C. Brook.* 208
Notice sur le compteur différentiel à sec pour les gaz d'éclairage de Clegg. *Vignoles.* 209
Huile de maïs. 262
Moyen de purifier le naphte et l'huile de gaz. 264
Purification de l'huile de lin. 264
Sur l'épuration de l'huile de graine de cotonnier. *A Nativelle.* 288
Purification et blanchiment des huiles et matières grasses. *A. Dunn.* . . . 455
Note sur un procédé de nettoyage applicable aux toiles métalliques faisant partie de la lampe de Davy. . . 493
Falsification de la cire avec l'acide stéarique. *C. Regnard.* 497
Sur l'oxidation du suif. *J.-C. Reibstein.* 530
Du traitement de certains corps gras pour la fabrication des chandelles et des bougies. *W. Coley* et *G.-F. Wilson.* 531

8. *Sucres, colles, enduits.*

Sur un nouveau navet saccharifère. *Bossin* et *Malepeyre.* 357
Régulateur d'alimentation pour la chaudière à cuire les sirops dans le vide. *J. Beaumont.* 448
Notice sur la fabrication du sucre. *Dumas.* 450
Moyen pour découvrir le mode d'encollage du papier à écrire. *R. Boettger.* 254
Nouvelle composition adhésive. *Bertram.* 504
Préparation de divers enduits, colles, glus. *G.-E. Deutsche.* 533

9. *Photographie, images de Moeser, typographie, gravure.*

Sur la liqueur d'or employée en photographie. *J. Fordos* et *A. Gelis.* 69
Préparation simple de l'hyposulfite de soude. *F.-A. Walchner* 70

Pages.

Le chromatype ou procédé photographique nouveau. *R. Hunt.* 70
De quelques nouveaux moyens de polir les plaques photographiques. *E. de Valicourt.* 162
Fixation des images photographiques par le chlorure d'argent. *T. Gaudin.* 261
De l'emploi de l'acide chloreux comme substance accélératrice en photographie. *Belfield-Lefèvre.* 260
Perfectionnements photographiques. *W.-H.-F. Talbot.* 310
Du bromure iodeux et de son emploi dans la préparation des plaques daguerriennes. *Ed. Fortin.* 356
Sur le chlorure d'or. 447
Des qualités essentielles que doit avoir la couche sensible dans l'opération du daguerréotype. *Choiselat* et *Ratel.* 452
Nouvelle formule de bromure d'iode à effets constants. *E. de Valicourt.* 453
Formule du bromure d'iode de M. Claudet. *E. de Valicourt.* 498
Nouvel appareil photographique. *Lecchi.* 499
Sur le foyer photogénique des objectifs. *Claudet.* 499
Sur un nouveau moyen de préparer la couche sensible des plaques destinées à recevoir les images photographiques. *Daguerre.* 500
Note sur un procédé de gravure photographique. *H. Fizeau.* 535
Nouveaux moyens pour obtenir des images de Moeser. *Bertot.* 20
Procédés d'impression de la musique en caractères mobiles. *Duverger.* 291
Sur la formation des images de Moeser. *Masson.* 21
Nouveau mode pour graver à la pointe sur des planches d'acier. *J.-H. Pring.* 95
Nouvelle note sur la formation des images de Moeser. *Morren.* 22
Machine pour coudre les cahiers dans le cartonnage ou la reliure des livres. *Th. Richards.* 126

10. *Économie domestique.*

Désinfection des matières des déjections. *C. Poussier.* 19
Sur l'huile de pommes de terre et la désinfection des eaux-de-vie. *J.-W. Dobereiner.* 56
Note sur un nouveau procédé d'essai de l'huile d'olive proposé par M. Golbley. *Miahle.* 58
Moyen de purifier, saler et conserver les matières animales. *P. Carson.* 64
Nouveau mode d'emploi de la créosote pour la conservation de la viande et du poisson. *Stenhouse.* 66
Pierre de savon de Maroc. 67
Sur la décoloration des substances colorées par la mie de pain, l'amidon, le sucre, etc. *E. Pirel.* 72
Mode de conservation des substances alimentaires. *F. Bevan.* 119
Action de l'eau sur le plomb. *Christi-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

son. 215
Préparation d'un papier allumette qui s'enflamme sans bruit et brûle avec flamme odorante. *R. Boettger*. . . 248
Moyen simple pour distinguer les fils de coton dans les tissus de lin et de chanvre. *R. Boettger*. 246
Moyen pour enlever les caractères imprimés sur les tissus avec l'encre à marquer. *R. Boettger*. 253
Procédé pour purifier l'air des lieux clos ou insalubres. *Payerne*. 374
Sur le briquet de Dobereiner. *R. Boettger*. 253
Sur la piassava du Brésil. 382
Sur la couleur jaune du linge blanchi à la vapeur. *Juch*. 262
Rapport sur les grands appareils de chauffage de M. Léon Duvoir-Leblanc. *F. Malepeyre*. . . . . 525—546

11. *Objets divers.*

Notice sur un nouveau moyen de clichage litho-typographique. *E. Knecht*. 115
Papier argenté irisé. 263
Sur la faïence pour poêles et cheminées. *Barral*. 307
Préparation des tissus imperméables. . 312
Analyse des vins du département de la Gironde. *Fauré*. 408

II. ARTS MÉCANIQUES ET CONSTRUCTIONS.

1. *Moteurs, turbines, roues, chevaux.*

Rapport sur la turbine de M. Fontaine. *Taffe*. 27
Machine à élever l'eau. *De Zieten*. . 73
Nouveau mode d'accouplement universel. *A. Poppe*. 75
Expériences sur une turbine. *Callon*. 128
Expériences pour déterminer la pression exercée sur l'eau en mouvement contre différentes surfaces. *Fourneyron*. 140
Résultats de l'application de la force des chevaux à divers travaux. 189
Nouvelle force motrice. 284
Sur la roue à réaction de Whitelaw et Stirrat. *E. Hakel*. 460
Note sur une nouvelle turbine hydraulique appelée turbine à double effet. *A. Kœchlin*. 505
Rapport sur la turbine à double effet de M. A. Kœchlin. *A. Rieder*. . . 507
Appareil physico-mécanique pour remplacer les machines à vapeur. *Selligue*. 509

2. *Machines à vapeur fixes et locomotives, chemins de fer divers, navigation à la vapeur.*

Rapport sur le thermomètre manométrique de M. Clément pour mesurer la température de la vapeur. 35
De la forme des pistons dans les machines à vapeur. . . . . 39—78
Mode d'alimentation d'eau des chaudières des machines à vapeur. *W.-R. Shaw*. 133
Sur les forces nécessaires à la manœuvre des pompes à air dans les machines à vapeur à condensation . . 134
Études sur les machines à vapeur, et recherches sur le moment d'inertie qu'il convient de donner au volant des divers systèmes. *A. Morin*. 179—224
Note sur la pression de la vapeur dans le cylindre des machines à vapeur. *De Pambour*. 184
De l'établissement du régime dans la chaudière des machines à vapeur. *De Pambour*. 228
Sur la théorie et le calcul des machines à vapeur. *Poncelet*. 231
Note sur le calcul des pressions dans le cylindre des machines à vapeur. *Poncelet*. 273
Note sur l'influence des enveloppes dans les machines à vapeur. *Combes*. . . 279
Instrument pour mesurer la vitesse du piston dans les machines à vapeur. *R. Tregaskis*. 281
Manomètres hyperboliques. *A. Delaveleye*. 318
Rapport sur un mémoire de M. Clapeyron, relatif au règlement des tiroirs dans les machines locomotives. *Lamé*. 366
Description de l'indicateur ou dynamomètre pour les machines à vapeur de M. Macnaught. *Combes* et *Martin*. 372
Incrustation dans les chaudières des machines à vapeur. 383
Nouveau mode de structure pour les pistons métalliques. *W. Barker* . 417
Appareil pour prévenir les explosions des machines à vapeur. *T.-S. Easton*. 418
Sur les moyens employés pour régulariser les mouvements des machines à vapeur, et en particulier sur le régulateur de M. J.-J. Meyer. *Charbonnier*. 455
Sur les machines à vapeur à action directe. 472
Moyen de s'opposer au passage de l'eau liquide dans les cylindres des machines à vapeur 518
Appareil pour empêcher l'introduction de l'eau dans les cylindres des machines à vapeur. *W. Hall*. 519
Soupape de sûreté d'un grand diamètre et sans charge. *P. Chopineaux*. . . 544
Railway atmosphérique. 80
Sur la cause de la rupture instantanée des essieux sur les chemins de fer. *W.-J.-M. Rankine*. 82
Appareil d'expansion pour les locomotives. *Parsons* et *Running*. . . . 84
Note sur les essais du *Napoléon*, bâti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

ment à vapeur à hélice. *Ph. Conte.* 91
Contracteurs de ressorts pour les véhicules sur chemins de fer. *W.-J.-M. Rankine.* 139
Note sur le frottement de roulement des roues en usage sur les chemins de fer. *De Pambour.* 226
Rapport sur le chemin de fer atmosphérique de Dalkey. *Mallet.* 234
Chemin de fer hydraulique. 237
Chemin aérien ou véloposte. *L. Touboulic.* 283
Nouveau chemin atmosphérique. *Hallette.* 324
Note sur la possibilité de réaliser sur les chemins de fer actuels une partie des avantages des chemins dits atmosphériques. *Seguier.* 325
Construction nouvelle pour les chemins de fer. *A. de Jouffroy.* 327
Description du tube propulseur. *Hallette.* 420
Sur les chemins de fer atmosphériques. *Arnollet.* 422
Chemins de fer atmosphériques de formes diverses. 428
Bâti à essieux convergents pour les locomotives et wagons. *Sermet de Tournefort.* 471
Essai sur un nouveau moyen d'appliquer la pression atmosphérique aux chemins de fer actuels. *J. Gill.* 511
Description du système de chemins de fer fonctionnant par l'air comprimé. *Pecqueur, A.-L. Bontemps,* et *J. Zambaux.* 515
Ressorts à air comprimé pour véhicules. *L. Bissell.* 542
Vaisseaux en fer. 83
Nouvelle machine à vapeur de navigation américaine. 88
Nouvelle machine à vapeur de navigation. *P.-W. Parsons.* 89
Nouveau modèle de chaudière pour les bâtiments à vapeur 136
Projet de perfectionnement de la navigation, et spécialement de la navigation à vapeur. *P. Lefebvre.* 137
Nouvelle application de l'électro-métallurgie au doublage des bâtiments. 143
Nouveau propulseur pour les bateaux à vapeur. *Boulinier* 520
Perfectionnement dans le mécanisme des propulseurs à vis d'Archimède. *J. Mausdlay.* 522

3. *Machines-outils, et outils divers.*

Gros tour parallèle. *Maclea* et *Marsh.* 25
Machine à raboter et planer dans les deux sens. *Maclea* et *Marsh.* 26
Tour automatique ou mécanique. *J. Whitworth.* 74
Rapport sur un appareil propre à tailler les dents des engrenages hélicoïdes de MM. Breguet et Boquillon. *Calla.* 130
Pierre à huile tournante pour affuter les burins. 142
Machine à raboter et planer. *J. Whitworth.* 176
Machine à raboter et planer en droite ligne et circulairement. *J.* et *C. Carmichael.* 179
Tour mécanique universel. *Scott* et *Sinclair.* 265
Moyen de donner plus de durée et de mordant aux limes. *Hanle.* 285
Mandrin à expansion. *J. Hick.* 314
Machine à tailler les vis en bois. *Lauckner.* 315
Moulage des vis à pas carré. *W. Bowser.* 363
De la taille des limes demi-rondes et autres limes à faces courbes. *J. Robison* 364
Graisseur et lubréficateur mécanique. *T. Thrilwall.* 412
Cordes et courroies en peau d'anguille. 431

4. *Machines à préparer, carder, filer les matières textiles, fabriquer les tissus et le papier.*

Notice sur le tireur mécanique de MM. Dupasquier-Roulet. *Schlumberger.* 28
Perfectionnements apportés dans les métiers à la Jacquard. *F. Goos.* 121
Nouvelle machine à boudiner le lin. *W. K. Westly.* 123
Battant lanceur. 124
Perfectionnements apportés dans la structure des bobines propres à bobiner les fils de coton, chanvre et lin. *W. G. Harris* et *S. Hamel.* 169
Perfectionnements dans les machines à préparer le coton. *G. Kirk.* 170
Machine à apprêter et catir les étoffes de laine. *Th. Mitchell.* 172
Perfectionnements apportés dans les machines destinées à l'étirage du lin, du chanvre et des étoupes. *G. Jerman, R. Cook,* et *J. Wordsworth.* 219
Perfectionnements introduits dans les machines à préparer et peigner la laine. *T. Hendry.* 220
Sur les filigranes pour la fabrication du papier. 310
Perfectionnements apportés dans les machines à ourdir. *W. Kenworthy.* 361
Perfectionnements apportés dans les machines à préparer, boudiner, filer et renvider les matières textiles. *M.-J. Roberts.* 409
Métier mécanique à tisser les draps. 431
Perfectionnements apportés dans le garnissage en rubans de cardes des tambours et des cylindres des machines à carder. *G. Lister* et *E. Budding.* 457
Jacquardes doubles nouvelles. *T. Woitech.* 459
Nouvelle disposition à donner aux cardeuses des matières textiles. *S. Sparkes.* 537
Fabrication des tapis mosaïques en laine. 317
Description d'une machine pour la fabrication du carton. *Piette.* 313

5. *Horlogerie, phares.*

Chronomètres avec échappement à remontoire, *E.-J. Dent.* 266

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Pages.
Note sur un appareil catadioptrique pour les phares. *François.*	268
Horloges galvaniques. *Steinheil*	412
6. *Constructions, télégraphie.*	
Système perfectionné de télégraphie électrique. *Cooke.*	33
Le cymagraphe ou instrument pour copier les moulures. *R. Willis.*	92
Action de l'eau de mer sur les bétons. *Vicat.*	94
Moyen pour découvrir les masses métalliques tombées au fond de la mer.	142
Grue dynamométrique.	143
Rapport sur la fabrique des cuivres estampés, de M. Frugère. *A. Durand.*	173
Machine à fabriquer les briques et les tuiles. *F. Kirby.*	217
Nouveau mode de fabrication des briques et des tuiles.	218
Perfectionnements dans la fabrication des cordes en fils métalliques. *R.-S. Newall.*	223
Des moyens pour faire circuler sous l'eau les courants électriques. *H. Jacobi.*	238
Cloche à carène sous-marine. *L. Touboulic.*	284
Mode d'assemblage des tuyaux de conduite d'eau.	284
Pèse-voiture hydraulique. *Galy Casalat.*	317
Tours en fer battu pour l'établissement des phares, télégraphes. *H. Janniard.*	376
Résistance que les chevilles et les gournables opposent aux efforts auxquels on les soumet.	377
Canon gigantesque en fer forgé.	383
Télégraphe électro-typographique. *Bain.*	523
Soufflets carrés en bois des usines de Krompach.	542
7. *Objets divers, bibliographie.*	
Télescope gigantesque.	230
Glyphographie.	286
Manuel de la peinture sur verre. *E.-F. Reboulleau.*	96
Manuel du fabricant de bleus et carmins d'indigo. *F. Capron.*	96
L'ouvrier mécanicien. *Ch. Armengaud.*	144
Manuel du mouleur en médailles. *F.-B. Robert* et *E. de Valicourt*	240
Mélanges photographiques. *Ch. Chevalier.*	383
Manuel du voilier. *J.-F.-M. Lelièvre.*	431
Vaisseau enduit de colle navale.	480

FIN DE LA TABLE ANALYTIQUE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES.

A

Pages.

Accouplement universel, nouveau mode. 75
Acétates, nouveau procédé de fabrication. 405
Acide chloreux, substance accélératrice en photographie. 260
—— chromique, en grosses aiguilles. 249
—— nitrique, préparation par le nitrate de soude du Chili 101
—— stéarique, employé à falsifier la cire. 497
—— sulfurique contenant du sulfate d'étain. 54
—— perfectionnement dans sa fabrication. 99
—— préparé par désulfuration des métaux. 159
Acides, nouveau mode d'essai. 347—397—340—483
Acier, alliage propre à y adhérer lors de la fusion. 99
Air insalubre, moyen de le purifier. 374
Alliage propre à adhérer au fer et à l'acier. 99
Alun, nouveau mode de fabrication. 101
Amalgame de sodium, applications galvaniques. 256
Antimoine, son oxide pour remplacer la céruse. 155
—— désulfuration de son oxide. 159
Appareil d'expansion pour les locomotives. 84
—— propre à tailler les dents des engrenages hélicoïdes. 130
—— mécanique pour le battage des cuirs. 161
—— catadioptrique pour les phares. 268
—— physico-mécanique pour remplacer les machines à vapeur. 509
Appareils galvaniques, simplifications. 255
—— de chauffage de M. L. Duvoir-Leblanc, rapport. 525—546
Argentage des glaces sans mercure. 529
Argenture des métaux, moyens nouveaux. 307
—— nouveaux procédés. 492
—— par voie thermo-électrique. 449
Armengaud (Ch.), l'ouvrier mécanicien. 144
Arnollet, sur les chemins de fer atmosphériques. 422

B

Bagration (P.), de la propriété que possèdent les cyanures potassique et ferroso-potassique de dissoudre les métaux. 355
Bain, télégraphe électro-typographique. 523
Barker (W.), nouveau mode de structure des pistons métalliques. 417
Barnes (J.), perfectionnements dans les procédés de teinture. 162
Barral, faïence pour les poêles et cheminées. 307
Barratt (O.-W.), dorure et argenture par des moyens nouveaux. *ib.*
Barreswill (Ch.), constitution des galates et tannates de fer. 103
Barreswill (Ch.), nouveau blanc pour la peinture à l'huile. 489
Bateaux à vapeur, propulseur nouveau. 520
Bâti à essieux convergents pour locomotives. 471
Bâtiment à vapeur à hélice, essais. 91
Bâtiments à vapeur, nouveau modèle de chaudière. 136
—— doublage par voie électro-métallurgique. 143
Battant lanceur. 124
Beaumont (J.), régulateur d'alimentation de la chaudière à cuire le sirop dans le vide. 448
Becquerel, application électro-chimique des oxides et des métaux sur les métaux. 6—15
—— sur la coloration des métaux. 289
—— de la précipitation des métaux par d'autres métaux. 387—433—436
Becs de gaz, ventilation. 112
Belfield Lefevre, emploi de l'acide chloreux en photographie. 260
Bernard (L.), canons de fusil d'une grande résistance. 270
Bernard (A.), épreuves de canons de fusil. 541
Bertot, nouveau moyen pour obtenir des images de Moeser. 20
Bertram, composition adhésive nouvelle. 504
Bétons, action sur eux de l'eau de mer. 94
Beurre de noix de coco, traitement pour la fabrication des bougies. 60
Bevan (F.), conservation des substances alimentaires. 119
Blaha, peinture et vernissage anglais des équipages. 494
Blanc nouveau pour la peinture à l'huile. 489
Bichon (G.-W.), appareil mécanique pour le battage des cuirs. 161
Binder (C.-H.), fabrication du bleu ou outremer de cobalt. 55
—— modes divers de préparation de l'oxide de chrôme 195
Bissell (L.), ressorts à air comprimé. 542
Bleu de cobalt, fabrication. 55
Bobines, perfectionnements dans leur structure. 169
Boettger (R.), moyen de distinguer les fils de coton dans les tissus de lin et de chanvre. 246
—— papier allumette, sans bruit ni odeur. 248
—— acide chromique en gros cristaux. 249
—— oxide de chrôme roulé. 250
—— nickelisage et platinure galvanique. 251
—— moyen d'enlever les caractères de l'encre à marquer le linge. 253
—— du briquet de Doebereiner. 253
—— moyen pour découvrir le mode d'encollage du papier à écrire. 254
Bontemps (G.), sur le flint et le crown-glass de Choisy-le-Roi. 407
Bontemps (A.-L.), chemin de fer à air comprimé. 515
Boquillon, appareil pour tailler les dents

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

des engrenages hélicoïdes. 130
Borate de soude aphydre, préparation. . . 534
Bossin, navet saccharifère nouveau. . . . 357
Bougies d'huile ou beurre de noix de coco. 60
—— fabrication. 530
Boulinier, propulseur nouveau pour bateaux à vapeur. 520
Bowser (W.), moulage des vis à pas carré. 363
Boydell (J.), perfectionnement dans la fabrication des étoffes pour outils et instruments tranchants. 53
—— moyen de recouvrir le fer d'acier. 339
Breguet fils, appareil pour tailler les dents des engrenages hélicoïdes. 130
Bretthauer, dorure chimique des étoffes de soie. 203
Briques, machine à les fabriquer. 217
—— nouveau mode de fabrication. . . . 218
Briquet de Doebereiner. 253
Bromure iodeux, son emploi en photographie. 356
—— d'iode à effets constants, nouvelle formule. 453
—— de M. Claudet. 499
Bronzage des médailles électrotypes. . . 71
Brook (C.), purification du gaz d'éclairage. 208
Budding (E.), garnissage des tambours en rubans de cardes. 457
Bunning, appareil d'expansion pour les locomotives. 84
Burins, pierre à huile tournante pour les affuter. 142

C

Calla fils, rapport sur un appareil pour tailler les dents des engrenages helicoïdes. 130
Callon, expériences sur une turbine. . . 128
Canons de fusil, nouveau procédé de fabrication. 77
—— d'une grande résistance. 270
—— et d'artillerie, fabrication accélérée. 538
— des fabriques de MM. Gastine-Renette et A. Bernard, soumis à des épreuves. 541
Capron (F.), manuel du fabricant de bleus et carmins d'indigo. 96
Cardes, garnissage des tambours et cylindres. 457
Cardeuses, disposition nouvelle 537
Carmichael (J. et C.), machine à raboter et planer en ligne droite et circulaire. 179
Carson (P.) moyens de purifier, saler et conserver les substances animales. . 64
Carton de pâte, machine à le fabriquer. . 313
Céruse antimonique. 155
Chandelles d'huile ou beurre de noix de coco. 60
—— fabrication. 530
Chanvre, perfectionnement des machines d'étirage. 219
Charbonnier, moyens employés pour régulariser le mouvement des machines à vapeur. 465
Chaudières à vapeur, thermomètre manométrique pour y mesurer la tension et la température de la vapeur 35
—— mode d'alimentation. 133
—— nouveau modèle pour les bâtiments à vapeur. 136
—— établissement du régime. 228
—— des machines à vapeur. 383
Chaudière à cuire le sirop dans le vide, régulateur d'alimentation. 448
Chemin de fer atmosphérique d'Irlande. 234
—— nouveau. 324
—— observations. 422
—— de formes diverses. 428
—— avec machines locomotives. 511
— — hydraulique. 247

Pages.

Chemin de fer aérien. 283
—— à air comprimé. 515
Chemins de fer, cause de la rupture des essieux. 82
—— contracteurs des ressorts pour véhicules. 139
—— frottement de roulement des roues 226
—— perfectionnements. 325
—— construction nouvelle. 327
—— atmosphériques, de M. Hallette. . 420
Cheminées, faïence ingerçable. 307
Chevalier, analyse du métal argentin. . . 259
Chevalier (Ch.) mélanges photographiques. 383
Chevaux, résultat de leur force appliquée à divers travaux. 189
Chevilles, résistance aux efforts auxquels on les soumet. 377
Chlorométrie, emploi de l'iodure de potassium. 258
Chlorure d'argent, pour fixer les images photographiques. 261
—— de chaux liquide, préparation. . . 312
—— d'or, préparation. 447
Choiselat, qualités de la couche sensible dans le daguerréotype. 452
Chopineaux (P.), soupape de sûreté nouvelle. 544
Christison. action de l'eau sur le plomb. 215
Chromatype, procédé photographique nouveau. 70
Chrôme, modes divers de préparation de son oxide. 195
—— oxide sous forme roulée. 250
Chronomètres avec échappement à remontoire. 266
Cire, falsification avec l'acide stéarique. 497
Clapeyron, réglement des tiroirs dans les locomotives. 366
Claudet, formule du bromure d'iode. . . 498
—— sur le foyer photogénique des objectifs. 499
Clegg, compteur à sec pour les gaz d'éclairage. 209
Clément, thermomètre manométrique pour mesurer la tension et la température de la vapeur. 35
Clichage lithotypographique. 115
Cloche à carène sous-marine. 284
Cock (W.), extraction et alliages du palladium. 97
Coley (W.), traitement des corps gras. 531
Colle navale, application. 480
Colles diverses, préparations. 533
Combes, influence des enveloppes dans les machines à vapeur. 279
—— indicateur pour les machines à vapeur. 372
Composition adhésive nouvelle. 504
Compteur différentiel à gaz et à sec. . . . 209
Condaminea, plante produisant un vernis. 310
Conte (Ph.), essai du *Napoléon*, bâtiment à vapeur à hélice. 91
Contracteurs pour ressorts de véhicules sur chemin de fer. 139
Cook (R.), perfectionnement des machines d'étirage du lin et du chanvre. . . 219
Cooke, système perfectionné de télégraphe électrique. 33
Cordes en fils métalliques; perfectionnements dans la fabrication. 233
—— et courroies en peau d'anguille. . . 431
Corps gras, nouveau mode de traitement. 531
Coton, recettes diverses de teinture. . . . 106
—— perfectionnement des procédés de teinture. 162
—— perfectionnement dans les machines à le préparer. 170
Couleurs d'application, anomalies de la gomme Sénégal. 403
—— en teinture, principes immédiats. 503
Courants électriques, moyens de les faire circuler sous terre. 238

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Crajuru, nouvelle matière tinctoriale. . 309
Créosote, nouveau mode d'emploi pour la conservation de la viande et du poisson. 66
Crown-glass de Choisy-le-Roi. 407
Cuirs, appareil mécanique pour leur battage. 161
—— en huile, machine à parer et poncer. 362
Cuivres estampés. 172
Cyanure d'or, préparation. 214
Cyanures potassique et ferrosopotassique, leur propriété de dissoudre les métaux. 355
Cylindres de charbon pour les piles de Bunsen, fabrication. 63
Cymagraphe, instrument pour copier les moulures. 92

D

Daguerre, nouveau moyen de préparer la couche sensible. 500
Daguerréotype, nouvelles instructions sur son usage. 383
—— qualités que doit avoir la couche sensible. 452
Dalmont (P. M.), éclairage avec la pile de Bunsen. 113
Débourrage de peaux à froid et sans fermentation. 16
Déjections, désinfection des matières. . 19
Delaveleye (A.) manomètres hyperboliques. 318
Dent (E. J.), chronomètres avec échappement à remontoire. 266
Dents des engrenages hélicoïdes, appareil pour les tailler. 130
Desfosses, préparation du cyanure d'or. 214
Désinfection des matières des déjections. 19
Détente, emploi dans les machines locomotives. 366
Deutsche (C. E.), préparation de divers enduits, colles glues. 533
Döbereiner, désinfection des eaux-de-vie. 56
Dominé, préparation du tannin. 346
Dorure chimique des étoffes de soie. . . . 203
—— hydroélectrique, applications. . . 254
—— des métaux, moyens nouveaux. . . 307
—— au trempé, explication. 445
—— par voie thermo-électrique. 445
—— nouveaux procédés. 492
Doublage des bâtiments par voie électro-métallurgique. 143
Draps, métier mécanique à les tisser. . . 431
Drayton, argentage des glaces sans mercure. 529
Dufresne, purification de l'huile de poisson. 63
Dumas, note sur la fabrication du sucre. 450
Dunn (A.), purification et blanchiment des huiles et matières grasses. 455
Dupasquier, présence du sulfate d'étain dans l'acide sulfurique. 54
Dupasquier-Roulet, tireur mécanique pour l'impression des toiles peintes. . . 28
Durand (A.), rapport sur une fabrique de cuivres estampés. 173
Durieux, filigranes pour la fabrication du papier. 316
Duverger, impression de la musique en caractères mobiles. 271
Duvoir-Leblanc (L.), rapport sur ses appareils de chauffage. . . . . 525—546
Dynamomètre pour les machines à vapeur. 372

E

Easton (T. S.) appareil pour prévenir les explosions des machines à vapeur. . . 418

Pages.

Eau, machine à l'élever. 73
—— en mouvement, pression sur les surfaces. 140
—— action sur le plomb. 215
—— liquide, moyen d'empêcher son passage dans le cylindre des machines à vapeur. . . . . 518—519
Eau de mer, action sur les bétons. 94
Eaux-de-vie, desinfection. 56
Ebelmen, recherches sur la composition des gaz produits dans les opérations métallurgiques. 337
Eclairage des houillères. 72
—— avec la pile galvanique de Bunsen. 113
Elsner, sel d'or non déliquescent. . . . 493
Encre à marquer le linge, moyen de l'enlever. 253
Enduits divers, préparation. 533
Enveloppes, influences dans les machines à vapeur. 279
Equipages, peinture et vernissage. . . . 494
Essieux, cause de la rupture sur chemins de fer. 82
Étamage, nouveau procédé. 193
Éther, sur sa preparation. 202
Étoffes propres à faire des outils. 53
Étoffes, teinture au platine. 105
—— de laine, machine à les apprêter et les catir. 172
—— de soie, dorure chimique. 203
Étoupes, perfectionnement des machines d'étirage. 219
Explosions des machines à vapeur, appareil pour les prévenir. 418

F

Faïence pour poêles et cheminées. 307
Faraday, ventilation des becs de gaz. . 112
Fer, fabrication au moyen du fourneau de fusion. 1
—— traitement immédiat de ses minerais dans le four à puddler. 4
—— améliorations dans son travail. . . 49
—— alliage propre à y adhérer lors de la fusion. 99
—— expérience sur sa résistance. 145
—— perfectionnement dans sa fabrication. 154
—— moyen de le recouvrir d'acier. . . . 339
Figuier (L.), explication de la dorure au trempé. 445
—— sur le pourpre de Cassius. 446
Filigranes pour la fabrication du papier . 316
Fils, perfectionnement dans leur bobinage. 169
—— de coton, moyens de les distinguer dans les tissus de lin et de chanvre. . 246
Fizeau (H.), procédé de gravure photographique. 235
Flint-glass de Choisy-le-Roi. 407
Fontaine, nouvelle turbine. 27
Fontes, expériences sur leur résistance.. 145
Force motrice nouvelle. 284
Fordos (J.), préparation de la liqueur d'or pour la photographie. 69
Fortin (Ed.), du bromure iodeux employé à la préparation des plaques daguerriennes. 356
Four à puddler, servant au traitement des minerais de fer. 4
Fourneau de fusion, employé à la fabrication du fer. 1
Fourneyron, expériences sur la pression de l'eau en mouvement contre les surfaces. 140
Fownes, préparation de l'éther. 202
Francois, appareil catadioptrique pour les phares. 268
Fresenius (R.), nouveau mode d'essai, des potasses, soudes, acides et manganèses. . . . . 347—397—340—483
Frottement, de roulement des roues sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

les chemins de fer. 226
Frugère, fabrique de cuivres estampés. . 173
Fusil, nouveau procédé de fabrication des canons. 77

G

Gallates de fer, constitution.. 103
Galvanisme, emploi de l'amalgame de sodium.. 256
Galy Casalat, pèse-voiture hydraulique. 317
Gannal, conservation des objets d'histoire naturelle. 118
Garance, technologie. . . . . 241—300—340
Garancine, préparation avec les résidus de garance. 345
Gastine-Renette, nouveau procédé de fabrication des canons de fusil. 77
—— canons soumis à diverses épreuves. 541
Gaudin (T.), fixation des images photographiques au chlorure d'argent. . . . 261
Gauthier de Claubry, note sur le tannage système Vauquelin. 46
Gaz d'éclairage, nouveau mode de purification. 208
Compteur à sec. 209
Gaz produits dans les opérations métallurgiques. 337
Gelis (A.), préparation de la liqueur d'or pour la photographie.. 69
Gersdorff (J. R. de), fabrication du fer au moyen du fourneau de fusion. 1
Gill (J.), application de la pression atmosphérique aux chemins de fer actuels.. 511
Girardin (J.), épuration et décoloration de l'huile de cotonnier. . . . . 111—335
—— technologie de la garance. 241—300—340
Glaces, argentage sans mercure. 529
Glues, diverses préparations. 533
Glyphographie.. 286
Gobley, nouveau procédé d'essai des huiles d'olive. 58
Gomme Sénégal, anomalies dans son emploi. 403
Goos (F.), perfectionnement dans les métiers à la Jacquard. 121
Goudot (J.), vernis de condaminea. . . . 310
Gournables, résistance aux efforts auxquels on les soumet. 377
Gravure à la pointe par voie électrique. . 95
—— photographique, procédé. 535
Graisseur mécanique pour les machines. 412
Grue dynamométrique. 143

H

Hakel (E.), sur la roue à réaction de Whitelaw et Stirrat. 460
Hall (W.), appareil pour s'opposer au passage de l'eau dans les cylindres des machines à vapeur. 519
Hallette, chemin de fer atmosphérique nouveau.. 325
—— tube propulseur. 420
Hamel (S.), perfectionnements dans le bobinage des fils. 169
Hanle, moyen de donner plus de durée et de mordant aux limes. 285
Hardmuth, vernis sans plomb pour les poteries. 200
Harris (W. S.), perfectionnements dans le bobinage des fils. 169
Hauts-fourneaux de nouvelle construction.. 153
Hendry (T.), perfectionnements dans les machines à préparer et peigner la laine.. 220
Henrici (F. C.), emploi de l'amalgame de sodium dans les applications galvaniques.. 256

Pages.

Hick (J.), mandrin à expansion. 314
Hompesch (T. A. W. de), extraction des huiles des produits bitumineux et purification. 17
Horloges galvaniques. 412
Houillères, éclairage. 72
Huile de pommes de terre, sa composition 56
—— d'olive, nouveau procédé d'essai. 58
—— de noix de coco, traitement pour la fabrication des bougies. 60
—— de poisson, purification.. 63
—— de graine de cotonnier, sur sa coloration et son épuration. 57—111—287—335
—— de maïs. 262
—— de lin, moyen de la purifier. 264
—— de gaz, moyen de la purifier. . . . 264
—— purification et blanchiment. 455
Huiles des produits bitumineux, extraction et purification. 17
Hunt (R), le chromatype, procédé photographique nouveau. 70
Hyposulfite de soude, préparation simple. 70
Images photographiques, fixation au chlorure d'argent.. 261
—— nouveau moyen de préparer la couche sensible. 500

I

Images de Moeser, nouveau moyen pour les obtenir. 20
—— sur leur formation. . . . . 21—22
Impression des tissus, perfectionnements des procédés. 162
—— galvanique des tissus. 207
Incrustation des chaudières des machines à vapeur 383
Indicateur pour les machines à vapeur. . 372
Instrument pour mesurer la vitesse du piston dans les machines à vapeur. . . 281
Iodure de potassium, emploi chlorométrique. 258

J

Jacquardes doubles nouvelles. 459
Jacobi (H.), moyens pour faire circuler sous terre les courants électriques. . . 238
—— nouvelle pile à effet constant. . . . 354
—— de la réduction du laiton par voie galvanique. 489
Janniard (H.), tours en fer battu pour les phares.. 376
Jerman (G.), perfectionnement des machines d'étirage du lin et du chanvre. . 219
Iode, préparation et emploi de son rouge en peinture. 109
Jones (W. C.), traitement de l'huile ou beurre de noix de coco. 60
Jouffroy (A. de), construction nouvelle pour les chemins de fer. 327
Juch, couleur jaune du linge blanchi à la vapeur.. 262
Jullien (C. E.), manuel du tisserand. . 336

K

Kenworthy (W.), perfectionnements dans les machines à ourdir. 361
Kirby (J.), machine à fabriquer les briques et les tuiles. 217
Kirk (S.), perfectionnements dans les machines à préparer le coton. 170
Knecht (E.), clichage litho-typographique. 115
Kœchlin (A.), turbine hydraulique nouvelle à double effet. . . . . 505—507
Kœchlin-Schouch (D.), anomalies que présente la gomme Sénégal dans son emploi. 403

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Kreef (G. C.), hauts-fourneaux de nouvelle construction. 153
Kuhlmann (F.), application du vide aux travaux industriels. 481
Kunheim, préparation du chlorure de chaux liquide. 312

L

Laine, emploi du tartrate double de potasse et de soude dans sa teinture. . . . 105
—— recettes diverses de teinture. . . . 106
—— perfectionnement des procédés de teinture. 162
—— perfectionnement des machines à la préparer et à la peigner. 220
Laiton, réduction par voie galvanique. . 489
Lamé, règlement des tiroirs dans les locomotives. 366
Lampes de Davy, nettoyage des toiles métalliques. 493
Lassaigne (J.), emploi de l'iodure de potassium comme moyen chlorométrique. . 258
—— analyse du métal argentin. 259
Lavage des minerais, nouveau mode. . 385
Lauckner, machine à tailler les vis en bois. 315
Lecchi, nouvel appareil photographique. 499
Lefebvre (P.), perfectionnement dans la navigation à vapeur. 137
Lelièvre (J. F. M.), manuel du voilier. 431
Leuchs (C.), procédé pour donner à la résine les propriétés de la gomme laque. 263
Lhéritier, purification de l'huile de poisson. 63
Limes, moyen de leur donner plus de mordant et de durée. 285
—— à faces courbes, de leur taille. . . . 364
Lin, nouvelle machine à boudiner. . . . 123
—— perfectionnement des machines d'étirage. 219
Linge, moyen d'enlever les caractères à l'encre à marquer. 253
—— blanchi à la vapeur, causes de sa couleur jaune. 262
Liqueur d'or pour la photographie, préparation. 69
Lister (G.), garnissage des tambours en rubans de cardes. 457
Livres, machine à en coudre les cahiers au cartonnage et à la reliure. 126
Locomotives, appareil d'expansion. . . . 84
—— pneumatiques. 511
—— avec bâti à essieux convergents. . . 471
Longmaid (W.), perfectionnements dans le traitement des minerais et minéraux qui renferment du soufre. 51
Lorentz (E.), manuel du tisserand. . . . 336
Lubréfacteur mécanique pour les machines. 412
Lut pour les acides. 264

M

Machine à raboter et planer dans les deux sens. 26
—— à élever l'eau. 73
—— à vapeur de navigation américaine. 88
—— nouvelle. 89
—— à boudiner le lin. 123
—— à coudre les cahiers dans le cartonnage ou la reliure des livres. 126
—— à apprêter et catir les étoffes de laine. 172
—— à planer et raboter. 176
—— à planer et raboter en ligne droite et circulaire. 179
—— à fabriquer les briques et les tuiles 217
—— à tailler les vis en bois. 315
—— à fabriquer le carton. 313
Machines, outils employés dans quelques grands ateliers de construction de l'Angleterre. . . . . 25—74—176
Machines à préparer le coton, perfectionnements. 170
—— études sur le moment d'inertie de leur volant. . . . . 179—224
—— d'étirage du lin et du chanvre, perfectionnements. 219
—— à préparer et peigner la laine, perfectionnements. 220
—— à ourdir, perfectionnements. . . . 361
—— à parer et poncer les cuirs. 362
—— à préparer, boudiner, filer et renvider les matières textiles. 409
Machines locomotives, règlement de leur tiroir. 366
Machines à vapeur, formes diverses des pistons. . . . . 39—78
—— mode d'alimentation d'eau. 133
—— force nécessaire pour manœuvrer la pompe à air. 134
—— études et observations. . 179—224—228 . . . . . 231—273
—— sur la pression de la vapeur dans leur cylindre. . . . 184—224—228—231—273
—— influence des enveloppes. 279
—— instrument pour mesurer la vitesse du piston. 281
—— indicateur. 372
—— incrustation des chaudières. 383
—— appareil pour prévenir les explosions. 418
—— moyen d'y régulariser le mouvement. 465
—— de navigation à action directe. . . . 472
Maclea et *Marsh*, gros tour parallèle. . . 25
—— machine à raboter. 26
Macnaught, indicateur pour les machines à vapeur. 372
Maire, nouveau mode de fabrication des acétates. 405
Malepeyre (F.), nouveau navet saccharifère. 357
—— rapport sur des appareils de chauffage. . . . . 525—546
Mallet (R.), procédé pour enduire le verre de cuivre par voie galvanoplastique. . . 68
Mallet, rapport sur le chemin de fer atmosphérique d'Irlande. 234
Mandrin à expansion. 314
Manganèses, essais par le sulfate de fer. 197
—— nouveau mode d'essai. . 347—397—440—483
Manomètres hyperboliques, fabrication. 318
Manuel de la peinture sur verre. 96
—— du fabricant de bleus et carmins d'indigo. 96
—— du tisserand. 336
—— du mouleur en médailles. 240
Martin, indicateur pour les machines à vapeur. 372
Masses métalliques, moyen pour les découvrir au fond de l'eau. 142
Masson, sur la formation des images de Moeser 21
Matière colorante noire nouvelle. 535
Matières textiles, machines à préparer, boudiner, filer et renvider. 409
—— nouvelle cardeuse. 537
Matières grasses, purification et blanchiment. 455
Maudslay (J.), perfectionnement des propulseurs à vis d'Archimède. 522
Médailles électrotypes, moyen pour les bronzer. 71
Mercer (J.), perfectionnement dans les procédés de teinture. 162
Métal argentin, analyse. 259
Métaux, application électro-chimique sur les métaux. . . . . 6—15
—— mode de désulfuration. 159
—— nouveau procédé d'étamage et zingage. 193
—— sur leur coloration. 289
—— dorure et argenture par des moyens

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

nouveaux 307
Métaux, leur précipitation sur d'autres métaux. . . . . 387—433—436
Métiers à la Jacquard, perfectionnements. 121
Meyer (J. J), régulateur pour les machines à vapeur. 465
Miahle, note sur un nouveau procédé d'essai des huiles d'olive. 58
Mie de pain pour décolorer les substances colorées. 72
Minerais de fer, traités immédiatement dans le four à puddler. 4
Minerais et minéraux qui renferment du soufre, traitement. 51
Minerais, nouveau mode de lavage. . . . 385
Mitchell (Th.), machine à apprêter et catir les étoffes de laine. 172
Mordants, anomalies de la gomme Sénégal. 403
Morewood, procédé d'étamage et de zincage des métaux. 193
Morin (A.), études sur les machines à vapeur et le moment d'inertie du volant. . . . . 179—224
Morren, sur la formation des images de Moeser. 22
Moulures, instrument pour les copier. 92
Mushet (D.), expériences sur la résistance des fontes et des fers. 145
Musique, impression en caractères mobiles. 271

N

Naphte, moyen de le purifier. 264
Napier, procédé pour recouvrir les tissus d'un enduit galvanique 257
Napoléon, bâtiment à vapeur à hélice, essais. 91
Nativelle (A.), considérations sur la coloration et l'épuration de l'huile de cotonnier. . . . . 57—287
Navet saccharifère nouveau. 357
Navigation à la vapeur, perfectionnement. 137
Newalle (R. S.), perfectionnements dans la fabrication des cordes en fils métalliques. 223
Nickélisage des métaux par voie galvanique. 251
Nisbett, machines à parer et poncer les cuirs. 362
Nitrate de soude employé à la fabrication de l'acide nitrique. 101

O

Objectifs, sur leur foyer photogénique . . 499
Objets d'histoire naturelle, conservation 118
OÉnike (H.), préparation de l'acide nitrique avec le nitrate de soude du Chili 101
Opérations métallurgiques, recherches sur la composition des gaz produits. . . . 337
Or, sel non déliquescent. 493
Otto (J. P.), essai des manganèses par le sulfate de fer. 197
Ourdir, machines perfectionnées. 361
Outils et instruments tranchants, perfectionnements dans la fabrication des étoffes. 53
Outremer de cobalt, fabrication. 55
Oxides, application électro-chimique sur les métaux. . . . . 6—15

P

Palladium, son extraction et ses alliages. 97
Pambour (de), sur la pression de la vapeur dans le cylindre des machines 184—228
—— frottement de roulement des roues sur les chemins de fer. 226

Pages.

Papier-allumette sans bruit ni odeur. . . 248
Papier à écrire, moyen de reconnaître son mode d'encollage. 254
—— argenté irisé. 263
—— filigranes pour sa fabrication. . . . 317
Parsons, résistance des chevilles et des gournables. 377
Parsons (P. M.), appareil d'expansion pour les locomotives. 84
—— nouvelle machine à vapeur de navigation. 89
Payerne, procédé pour purifier l'air des lieux insalubres 374
Peau d'anguille pour cordes et courroies. 431
Peaux, débourrage américain à froid et sans fermentation. 16
—— en huile, machine à parer et poncer. 362
Pecqueur, chemin de fer à air comprimé. 515
Peinture, emploi du rouge d'iode. 109
—— des équipages anglais. 494
Perkins (R. M.), perfectionnements dans la fabrication du fer. 154
Pèse-voiture hydraulique. 317
Phares, appareil catadioptrique. 268
—— en fer battu. 376
Philippe, simplification des appareils galvaniques. 255
Photographie, préparation de la liqueur d'or. 69
—— emploi de l'acide chloreux comme substance accélératrice. 260
—— fixation des images. 261
—— perfectionnements. 310
—— nouvel appareil. 499
Photomètre nouveau. 168
Piassava du Brésil. 382
Pierre de savon de Maroc. 67
Pierre à huile tournante pour affûter les burins. 142
Pirel (E.), décoloration des substances colorées par la mie de pain. 72
Piette, machine à fabriquer le carton de pâte. 313
Pile nouvelle à effet constant. 354
Piles de Bunsen, fabrication des cylindres de charbon. 68
—— appliquées à l'éclairage. 113
Pistons, sur leurs différentes formes dans les machines à vapeur et les locomotives. . . . . 39—78
—— des machines à vapeur, instrument pour mesurer leur vitesse. 281
—— métalliques, nouveau mode de structure. 417
Plaques photographiques, nouveau mode de polissage. 152
—— emploi du bromure iodeux à leur préparation. 356
Platine employé à la teinture des étoffes 105
Platinure des métaux par voie galvanique 251
Plomb de chasse, nouveau mode de fabrication. 125
Plomb, action de l'eau sur ce métal. . . . 215
Poêle, faïence ingerçable. 307
Poisson, conservation par la créosote. . . 66
Pompe à air des machines à vapeur, force pour la manœuvre. 134
Poncelet, observations et note sur la théorie et le calcul des machines à vapeur. . . . . 231—273
Poole (W.), argenture et dorure par voie thermo-électrique. 449
Poppe (A.), nouveau mode d'accouplement universel. 75
Potasses, nouveau mode d'essai. 347—397—440—483
Poteries, vernis sans plomb. 200
Pourpre de Cassius, nature et préparation 446
Poussier (C.) désinfection des matières des déjections. 19
Preisser (F.), principes immédiats des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

couleurs en teinture. 503
Pression exercée par l'eau en mouvement sur les surfaces. 140
Pression atmosphérique appliquée aux chemins de fer actuels. 511
Pring (J. H.), gravure électrique à la pointe. 95
Produits bitumineux, et extraction, purification des huiles qu'ils renferment. . 17
Propulseur nouveau pour bateaux à vapeur. 520
—— à vis d'Archimède, perfectionnements. 522
Prussiate de potasse, appareil pour la fabrication. 439

R

Railway atmosphérique. 81
Rankine (W. J. M.), contracteurs des ressorts pour véhicules sur chemins de fer. 139
—— cause de la rupture des essieux sur chemins de fer. 82
Ratel, qualités de la couche sensible dans le daguerréotype. 452
Reboulleau, manuel de la peinture sur verre. 96
Regnard (C.), falsification de la cire avec l'acide stéarique. 497
Régulateur pour les machines à vapeur. . 465
—— d'alimentation pour la chaudière à cuire le sirop dans le vide. 448
Reibstein (J. C.), sur l'oxidation du suif. 530
Reiset (J.), fabrication des cylindres de charbon pour les piles de Bunsen. . . . 68
Renette, nouveau mode de fabrication des canons de fusil. 77
Résine, procédé pour lui donner les propriétés de la gomme laque. 263
Ressorts contracteurs pour véhicules sur chemins de fer. 139
—— à air comprimé pour véhicules. . . 542
Richards (Th.), machine à coudre les cahiers dans le cartonnage ou la reliure des livres. 126
Rieder (A.), sur la turbine à double effet de M. A. Kœchlin. 507
Robert (F. B.), manuel du mouleur en médailles. 240
Roberts (M. J.), machines à préparer, boudiner, filer et renvider les matières textiles. 409
Robison (J.), de la taille des limes à faces courbes. 364
Rockline (Z. J.), mode pour bronzer les médailles électrotypes. 71
Rogers (G.), procédé d'étamage et de zincage des métaux. 193
Rolinson, nouveau mode de fabrication du plomb de chasse. 125
Roose (J.), fabrication accélérée des canons de fusil et pièces de canon. 358
Roue à réaction de Whitelaw et Stirrat. . 461
Roues, frottement de roulement sur les chemins de fer. 226
Rouge d'iode, préparation, emploi en peinture. 109
Rousseau (C.) désulfuration des métaux 159
Ruolz (E.), produit sans plomb propre à remplacer la céruse. 155

S

Sautter (C. M. E.), perfectionnements de la fabrication de l'acide sulfurique. 99
—— préparation d'un borate de soude anhydre. 534
Schrader, recettes diverses de teinture. 106
Schlumberger (H.), notice sur un tireur mécanique pour l'impression des toiles peintes. 28
Scott et *Sinclair*, tour mécanique univer-

Pages.

sel. 265
Séguier, canons de fusil d'une grande résistance. 270
—— perfectionnement dans les chemins de fer. 325
—— canons soumis à diverses épreuves. 541
Sel d'or non déliquescent, préparation. . 493
Selligue, appareil physico-mécanique pour remplacer les machines à vapeur. 509
Sermet de Tournefort, bâti à essieux convergents pour locomotives. 471
Shaw (W. R.), mode d'alimentation des chaudières à vapeur. 133
Sims (F. W.), résultats de l'application de la force des chevaux à divers travaux. 189
Simson, moyen pour recouvrir le verre d'une couche métallique. 491
Soie, recettes diverses de teinture. 106
—— perfectionnement des procédés de teinture. 162
Soudes, nouveau mode d'essai. 347—397—440—483
Soufflets en bois carrés. 542
Soupape de sûreté nouvelle. 544
Sparkes (S.), nouvelle disposition des cardeuses. 537
Substances animales, moyens de les purifier, saler et conserver. 64
—— colorées, décoloration par la mie de pain. 72
—— alimentaires, conservation. 119
Sucre, note sur sa fabrication. 450
Suif, sur son oxidation. 530
Sulfate d'étain, sa présence dans l'acide sulfurique. 54
—— de fer, pour l'essai des manganèses. 197
Steiner (F.), préparation de la garancine avec les résidus de garance. 345
Steinheil, horloges galvaniques. 412
Stenhouse, nouveau mode d'emploi de la créosote pour la conservation de la viande et du poisson. 66
Stirrat, sur sa roue à réaction. 460

T

Taffe, rapport sur la turbine de M. Fontaine. 27
Talbot, (W. H. F.), perfectionnements photographiques. 310
Tannage Vauquelin, note. 46
Tannates de fer, constitution. 103
Tannin, préparation. 346
Tapis mosaïques en laine, fabrication. . 317
Tartrate double de potasse et de soude, employé dans la teinture de la laine. . . 105
Technologie de la garance. . . 241—300—340
Télégraphe électro-typographique. 523
Telegraphes, tours en fer battu. 376
Telegraphie électrique, système perfectionné. 33
Teinture à base de fer, constitution. . . 103
—— en laine, emploi du tartrate double de potasse et de soude. 105
—— des étoffes au platine. 105
—— sur coton, laine et soie, recettes diverses. 106
—— perfectionnements dans les procédés. 162
—— principes immédiats des couleurs. 503
Télescope gigantesque. 239
Thermomètre manométrique pour mesurer la tension et la température de la vapeur. 35
Thirlwall (T.), graisseur mécanique. . 412
Thoma, traitement immédiat des minerais de fer dans le four à puddler. . . 4
Thorneycroft (G. B.) améliorations dans le travail du fer. 49
Tireur mécanique pour l'impression à la planche des toiles peintes. 28
Tiroirs des machines à vapeur, sur leur réglement. 366

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Tissus, impression galvanique. 207
—— de lin et de chanvre, moyen d'y découvrir les fils de coton. 246
—— procédé pour les recouvrir d'un enduit métallique. 257
—— imperméables, préparation. 312
Tregaskis (R.), instrument pour mesurer la vitesse du piston dans les machines à vapeur. 281
Troughton, nouveau mode de lavage des minerais. 385
Toiles peintes, impression au tireur mécanique. 28
—— métalliques des lampes de Davy, nettoyage. 493
Touboulic (L.), chemin aérien ou véloposte. 283
—— cloche à carène sous-marine. . . . 284
Tour parallèle anglais. 25
—— automatique anglais. 74
—— mécanique universel. 265
Tours en fer battu pour les phares. . . . 376
Tube propulseur de M. Hallette. 420
Tuiles, machines à les fabriquer. 217
—— nouveau mode de fabrication. . . . 218
Turbine de M. Fontaine. 27
—— expériences. 128
—— hydraulique nouvelle à double effet. . . . . 505—507
Turner (W. G.), nouveau mode de fabrication de l'alun. 101
Tuyaux de conduite d'eau, mode d'assemblage. 284

V

Vaisseau enduit de colle navale. 480
Vaisseaux en fer. 83
Volant des machines à vapeur, études sur son moment d'inertie. . . . . 179—224
Valicourt (E. de), sur quelques nouveaux modes de polissage des plaques photographiques. 162
—— manuel du mouleur en médailles. . 240
—— nouvelle formule de bromure d'iode à effet constant. 453
—— formule du bromure d'iode de M. Claudet. 498
Vallée (A.), nouveau blanc pour la peinture à l'huile. 489
Vapeur, thermomètre pour mesurer sa tension et sa température. 35
—— sur sa pression dans le cylindre des machines. . . . . 184—224—228—231—273
Véloposte ou chemin aérien. 283

Pages.

Vernis sans plomb pour les poteries. . . . 200
—— vert translucide. 263
—— de condaminea. 310
Vernissage des équipages anglais. 494
Verre, procédé pour l'enduire de cuivre par voie galvanoplastique. 68
—— moyen de le recouvrir d'une couche métallique. 491
Viande, conservation par la créosote. . . 66
—— argentage sans mercure. 529
Vide, applications aux travaux industriels 481
Vicat, action de l'eau de mer sur les bétons. 94
Vignoles, compteur à sec pour le gaz d'éclairage. 209
Vins du dept. de la Gironde, analyse. . 408
Virey (J. J.), du crajuru, nouvelle matière tinctoriale. 309
Vis en bois, machine à les tailler. 315
—— à pas carré, moulage. 363
Voilier, manuel. 431

W

Walchner (F. A.), préparation simple du sulfite de soude. 70
Westly (W. K.), nouvelle machine à boudiner le lin. 123
Will (H.), nouveau mode d'essai des potasses, soudes, acides et manganèses. 347—440—483
Willis (R.), instrument pour copier les moulures. 92
Wilson (G. F.), traitement des corps gras. 531
Whitelaw, sur sa roue à réaction. 460
Whitworth (J.), tour automatique. . . 74
—— machine à planer et raboter. . . . 176
Woitech (Th.), jacquardes doubles nouvelles. 459
Wordsworth (J.), perfectionnement des machines d'étirage du lin et du chanvre. 219

Y

Young (J.) appareil pour la fabrication du prussiate de potasse. 439

Z

Zambaux (J.), chemin de fer à air comprimé. 515
Zieten (de), machine à élever l'eau. . . 73
Zincage des métaux, nouveau procédé. . 193

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES FIGURES.

				Pages.
Pl. L.	fig.	1— 3	Procédé pour l'extraction des huiles des produits bitumineux et leur purification. *T. A. W. de Hompesch.*	17
		4—12	Note sur le tireur mécanique de MM. Dupasquier-Roulet pour l'impression des toiles peintes. *H. Schlumberger.*	28
		13—14	Appareil d'expansion pour les locomotives. *P.-M. Parsons* et *Bunning.*	84
		15—16	Nouvelle machine à vapeur de navigation américaine.	88
		17—33	De la forme des pistons dans les machines à vapeur.	39—78
Pl. LI.	fig.	1— 9	De quelques améliorations dans le travail du fer. *G.-B. Thorneycroft.*	49
		12—15	Perfectionnements dans la fabrication des étoffes propres à faire des outils et instruments tranchants. *J. Boydell.*	53
		16—22	Moyen de purifier, saler et conserver les substances animales. *P. Carson.*	64
		23—24	Machine à élever l'eau. *de Zieten.*	73
		25—26	Nouveau mode d'accouplement universel. *A. Poppe.*	75
		27—	Nouveau procédé pour la fabrication des canons de fusil. *Gastine* et *Renette.*	77
		28—37	De la forme des pistons dans les machines à vapeur.	78
		38—	Note sur la fabrication des cylindres de charbon pour les piles de Bunsen. *Reiset.*	68
		39—42	Nouvelle machine à vapeur de navigation. *P.-M. Parsons.*	89
Pl. LII.	fig.	1— 5	Perfectionnements apportés dans la fabrication de l'acide sulfurique. *M.-E. Sautter.*	99
		6—	Nouveau mode de fabrication de l'alun. *W. G. Turner.*	101
		7— 8	De la ventilation des becs de gaz. *M. Faraday*	112
		9—	Mode de conservation des substances alimentaires. *J. Bevan.*	119
		10—11	Perfectionnement dans le traitement des minerais et minéraux qui renferment du soufre. *W. Longmaid.*	51
		12—13	Note sur une expérience d'éclairage avec la pile de Bunsen. *P. Dalmont.*	113
		14—17	Perfectionnements apportés dans les métiers a la Jacquard. *F. Goos.*	121
		18—	Nouvelle machine à boudiner le lin. *W.-K. Westly.*	123
		19—22	Nouveau mode de fabrication du plomb de chasse. *Rolinson.*	125
		23—27	Machine employée à coudre les cahiers dans le cartonnage et la reliure des livres. *Th. Richards.*	126
		28—30	Mode d'alimentation des chaudières des machines à vapeur. *W.-R. Shaw.*	133
		31—32	Sur la force nécessaire à la manœuvre de la pompe à air dans les machines à vapeur de condensation.	134
Pl. LIII.	fig.	1—	Appareil mécanique élastique pour le battage des cuirs. *G.-W. Bichon.*	161
		2—	Nouveau photomètre. *Ch. Wheatstone.*	168
		3—18	Perfectionnements apportés dans la structure des bobines pour les fils de coton, chanvre et lin. *P. Harris* et *G. Hamel.*	169
		19—23	Machine à apprêter et catir les étoffes et les tissus en laine. *Th. Mitchell.*	172
		24—29	Disposition nouvelle des appareils à purifier les gaz d'éclairage. *C. Brook.*	208
		30—32	Rapport sur le compteur à gaz et à sec de Clegg. *Vignoles.*	209
		33—43	Tour mécanique universel. *Scott* et *Sinclair.*	265
Pl. LIV.	fig.	1— 7	Procédé d'étamage et de zincage pour les métaux. *E. Morewood* et *G. Rogers.*	193
		8—13	Machine à fabriquer les briques et tuiles. *J. Kirby.*	217
		14—15	Perfectionnement apporté dans les machines destinées à l'étirage du lin, du chanvre et des étoupes. *G. Jerman, R. Cook* et *J. Wordsworth.*	219
		16—23	Perfectionnement introduit daus les machines à préparer et peigner la laine. *T. Hendry.*	220
		24—29	Perfectionnement dans la fabrication des cordes en fils métalliques. *R. S. Newall.*	223
		30—33	Instrument pour mesurer la vitesse du piston dans les machines à vapeur. *R. Tregaskis.*	281
		34—38	Chronomètres avec échappement à remontoire. *Dent.*	266
Pl. LV.	fig.	1—4	Nouveau mode d'essai pour déterminer la valeur des potasses, soudes, acides et manganèses du commerce. *R. Frésenius* et *H. Will.*	347—397—440—483

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

			Pages.
		5—8 Description d'une machine pour la fabrication du carton de pâte. *L. Piette.*	313
		9—10 Machine à tailler les vis en bois. *Laukner.*	315
		11—14 Mandrin à expansion. *H. Hick.*	314
		15—20 Manomètres hyperboliques. *A. Delaveleye.*	318
		21—22 Résistance que les chevilles simples, à clavettes ou à goupilles, ainsi que les gournables opposent aux efforts auxquels on les soumet.	377
Pl. LVI.	fig.	1—4 Perfectionnements apportés dans les machines à ourdir. *W. Kenworthy.*	361
		5—17 Machines à parer et à poncer les cuirs et peaux passés en huile. *J. Nisbett.*	362
		18—19 Moulage des vis à pas carré. *W. Browser.*	363
		20—25 Description de l'indicateur pour les machines à vapeur de M. Macnaught. *Combes* et *Martin.*	372
		26—32 Nouveau mode de structure pour les pistons métalliques. *W. Barker.*	417
		33— Procédé pour purifier l'air des lieux insalubres. *Payerne.*	374
		34—35 Nouveau mode d'argenture, de dorure etc., par voie thermo-électrique. *W. Poole.*	449
Pl. LVII.	fig.	1— 4 Nouveau mode de lavage des minerais. *Troughton.*	385
		5—12 Perfectionnements apportés dans les machines a préparer, boudiner, filer et renvider les matières textiles. *J. Roberts.*	409
		13— Graisseur ou lubréficateur mécanique. *T. Thirewall.*	412
		14—20 Horloges galvaniques. *Steinheil.*	412
		21— Appareil pour prévenir les explosions des machines à vapeur. *T.-P. Easton.*	418
		22—24 Tube propulseur de M. *Hallette.*	420
		25—29 Machines a vapeur de navigation à action directe.	472
		30— Nouveau propulseur pour bateaux à vapeur. *Boulinier.*	520
Pl. LVIII.	fig.	1— 3 Appareil pour la fabrication du prussiate de potasse. *J. Young.*	439
		4— 5 Régulateur d'alimentation pour la chaudière à cuire les sirops dans le vide. *J. Beaumont.*	448
		6—12 Perfectionnements dans le garnissage en rubans de cardes des tambours des machines à carder. *G. Lister* et *E. Budding.*	457
		13—16 Jacquardes doubles nouvelles. *Th. Woitech.*	459
		17— Régulateur de MM J.-J. Meyer et comp. *Charbonnier.*	465
		18—19 Appareil pour empêcher l'introduction de l'eau dans les cylindres des machines à vapeur. *W. Hall.*	519
		20—26 Bâti à essieux convergents pour locomotives. *Sermet de Tournefort.*	471
Pl. LIX.	fig.	1— 5 Turbine hydraulique à double effet. *An. Kœchlin.*	505—507
		6— 8 Appareil physico-mécanique pour remplacer la machine a vapeur. *Selligue.*	509
		9—10 Moyen d'appliquer la pression atmosphérique aux chemins de fer à l'aide de locomotives pneumatiques. *J. Gill.*	511
		11—25 Système de chemin de fer fonctionnant par l'air comprimé. *Pecqueur, A. E. Bontemps, J. Zambaux.*	515
Pl. LX.	fig.	1— 2 Nouvelle disposition à donner aux cardeuses des matières textiles. *S. Sparkes.*	537
		3—15 Fabrication accélérée et perfectionnée des canons de fusil et des pièces de canon. *J. Roose.*	538
		—16 Ressorts à air comprimé pour véhicules. *E. Bissell.*	542
		17—18 Drille à main perfectionné. *A. Shanks.*	»
		19—20 Soufflets carrés en bois des usines à fer de Krompach.	542
		—21 Soupape de sûreté à grand diamètre et sans charge. *P. Chopineaux.*	544
		22—24 Roue de frottement pour accrocher et décrocher les roues à aubes. *P. Borrie*	»
		25—26 Moteur hydraulique à flotteur oscillant. *A. de Caligny.*	»
		27—39 Constructions métallurgiques. *A. Delaveleye.*	»
Pl. T. 16.	fig.	10—16 Machine à tailler les vis. *Maclea* et *Marsh* (au vol. IV).	418
Pl. T. 17.	fig.	1— 2 Machine à raboter et planer dans les deux sens. *Maclea* et *Marsh.*	26
		3— 4 Tour automatique. *J. Whitworth.*	74
Pl. T. 17.	fig.	1— 3 Machine à raboter et planer. *J. Whitworth.*	176
		4— 7 Machine à raboter et planer en ligne droite et circulairement. *J.* et *C. Carmichael.*	179
		Tableau figuratif et comparé des divers systèmes de chemins de fer. Système *A. de Jouffroy.*	326

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,
Rue Racine, n° 28, près de l'Odéon.

COMPAGNIE PARISIENNE
BIBLIOTHÈQUE
ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE RATIONNEL

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires